



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 17 273 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 02 F 1/133**

⑳ Aktenzeichen: 102 17 273.0  
㉔ Anmeldetag: 18. 4. 2002  
㉕ Offenlegungstag: 5. 12. 2002

**DE 102 17 273 A 1**

⑥⑥ Innere Priorität:  
101 24 040. 6      16. 05. 2001

⑦① Anmelder:  
Merck Patent GmbH, 64293 Darmstadt, DE

⑦② Erfinder:  
Heckmeier, Michael, Dr., 64625 Bensheim, DE; Götz,  
Achim, 64665 Alsbach-Hähnlein, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Elektrooptisches Lichtsteuerelement, Anzeige und Medium**

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrooptisches Lichtsteuerelement sowie solche Elemente enthaltende elektrooptische Anzeigen und Anzeigesysteme wie Fernsehbildschirme und Computermonitore. Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten ein mesogenes Steuermedium, das beim Betrieb der Lichtsteuerelemente in der isotropen Phase vorliegt und sind neben einem guten Kontrast und einer geringen Blickwinkelabhängigkeit besonders durch sehr kurze Schaltzeiten ausgezeichnet. Die in den elektrooptischen Lichtsteuerelementen verwendeten mesogenen Steuermedien sind ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

**DE 102 17 273 A 1**

## Beschreibung

## Gebiet der Erfindung

- 5 [0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Lichtsteuerelemente sowie diese enthaltende Anzeigen. Die Lichtsteuerelemente verwenden bevorzugt Steuermedien die bei bestimmten Temperaturen anisotrope Eigenschaften aufweisen, wie z. B. Flüssigkristalle. Die Lichtsteuerelemente werden bei einer Temperatur betrieben, bei der die Steuermedien in der isotropen Phase vorliegen.
- 10 [0002] Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrooptisches Lichtsteuerelement sowie solche Elemente enthaltende elektrooptische Anzeigen und Anzeigesysteme wie beispielsweise Fernschirmschirme und Computermonitore. Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten ein mesogenes Steuermedium, das beim Betrieb der Lichtsteuerelemente in der isotropen Phase vorliegt und sind neben einem guten Kontrast und einer geringen Blickwinkelabhängigkeit besonders durch sehr kurze Schaltzeiten ausgezeichnet.
- 15 [0003] Ferner betrifft die vorliegende Erfindung Medien und deren Verwendung als Steuermedien in derartigen Lichtsteuerelementen.

## Aufgabe und Stand der Technik

- 20 [0004] Konventionelle elektrooptischen Flüssigkristallanzeigen sind allgemein bekannt. Sie werden bei einer Temperatur betrieben, bei der sich das Steuermedium in einer Mesophase, bei den meisten Anzeigetypen in der nematischen Phase, befindet. In der Mesophase haben die Steuermedien bereits anisotrope Eigenschaften, wie zum Beispiel eine Doppelbrechung ( $\Delta n$ ). Diese wird nicht erst durch ein elektrisches Feld induziert. Am weitesten verbreitet sind TN-(Englisch: "twisted nematic") und STN-(Englisch: "super twisted nematic") Anzeigen. Die Flüssigkristallzellen dieser Anzeigen haben Elektroden auf den Substraten auf den beiden einander gegenüberliegenden Seiten des Flüssigkristallmediums. Somit ist das elektrische Feld im wesentlichen vertikal zur Flüssigkristallschicht.
- 25 [0005] Insbesondere die zuerst genannten Anzeigen werden in Kombination mit einer TFT (Englisch: thin film transistor) Ansteuerung für Anzeigen mit großem Informationsgehalt und großer Auflösung verwendet. So zum Beispiel in "lap-top" und "note-book" Computern. Insbesondere bei "desk-top" Computermonitoren werden in neuerer Zeit zunehmend Flüssigkristallanzeigen des IPS-(Englisch: in-plane switching, z. B. DE 40 00 451 und EP 0 588 568) oder alternativ des VAN-(Englisch: vertically aligned nematic) Typs verwendet. VAN-Anzeigen sind eine Variante der ECB-(Englisch: electrically controlled birefringence) Anzeigen. In einer modernen Variante den MVA-Anzeigen (Englisch: multi domain vertically aligned) werden pro angesteuerter Elektrode mehrere Domänen stabilisiert und zusätzlich wird eine spezielle optische Kompensationsschicht verwendet. Diese Anzeigen verwenden, wie die bereits erwähnten TN-Anzeigen, ein zur Flüssigkristallschicht vertikales elektrisches Feld. Im Gegensatz hierzu verwenden IPS-Anzeigen in der Regel Elektroden auf nur einem Substrat, also an einer Seite der Flüssigkristallschicht, sind also durch eine wesentliche Komponente der Elektrischen Felds parallel zur Flüssigkristallschicht gekennzeichnet.
- 30 [0006] Allen diesen konventionellen Anzeigen ist ein relativ langsames Schalten gemein, insbesondere ist dieses für die immer stärkere Verbreitung findenden TV- und Multi-Media-Anwendungen nicht ausreichend. Dieses fällt insbesondere im Vergleich mit den nahezu ubiquitären Kathodenstrahlröhren auf. Ein weiterer Nachteil der bekannten, in Flüssigkristallanzeigen eingesetzten elektro-optischen Effekte ist die deutliche Blickwinkelabhängigkeit des erzielten Kontrasts. Diese ist in den meisten Fällen so groß, daß für Anzeigen im Direktsichtbetrieb Kompensationsschichten, typischerweise anisotrope Filme, mit zum Teil kompliziertem Aufbau, verwendet werden müssen.
- 35 [0007] Der vorliegenden Erfindung lag die Aufgabe zugrunde besonders schnell schaltende Lichtsteuerelemente mit guter Blickwinkelabhängigkeit und möglichst niedrigen Ansteuerspannungen zu realisieren. Diese Lichtsteuerelemente sollen eine möglichst geringe Schichtdicke der Steuermedien aufweisen um als Elemente von FPDs (Englisch: flat panel displays, also flachen Anzeigen), wie zum Beispiel Flachbildschirmen für Computer, eingesetzt werden zu können. Ferner sollen sie mittels einer einfachen Elektrodenkonfiguration ansteuerbar sein und eine relativ niedrige Betriebsspannung aufweisen. Darüber hinaus sollen sie für die Anwendung in elektrooptischen Anzeigen einen guten Kontrast mit einer geringen Blickwinkelabhängigkeit haben.
- 40 [0008] Als schnell schaltende elektro-optische Lichtsteuerelemente werden in US-Patent 3,795,436 und US-Patent 3,796,479 Kerr-Zellen mit mesogenen, insbesondere nematogenen Medien vorgeschlagen. Diese Zellen werden bei einer Temperatur oberhalb des Klärpunkts der mesogenen Medien betrieben. Durch ihre großen Schichtdicken, die im Bereich von einigen Millimetern oder sogar einigen Zentimetern liegen, und insbesondere durch ihre hohen Betriebsspannungen im Bereich von 1 kV, sind diese Lichtsteuerelemente jedoch für elektro-optische Anzeigen kaum und für Flachbildschirme nicht geeignet. Überdies läßt ihr Aufbau kaum die Realisierung von Pixelstrukturen zu. Dies gilt insbesondere für Anzeigen mit einer geringen Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes.
- 45 [0009] Der elektrooptische Kerr-Effekt wird gelegentlich als eine Anwendung von mesogenen Medien wie Flüssigkristallen erwähnt, so unter anderem in WO 92/16500 und WO 92/16519. Die Anwendung derartiger Lichtsteuerelemente in elektrooptischen Anzeigen wird dort jedoch nicht beschrieben.
- 50 [0010] Somit besteht der Bedarf nach verbesserten Lichtsteuerelementen insbesondere zur Verwendung in Anzeigen mit kurzen Schaltzeiten wie sie z. B. in Multi-Media-Anwendungen erforderlich sind.

## Vorliegende Erfindung

- 65 [0011] Überraschend wurde gefunden, dass Lichtsteuerelemente die
- ein mesogenes Medium enthalten,
  - eine Elektrodenanordnung aufweisen, die ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente parallel zur

Fläche des mesogenen Mediums erzeugen kann,

- bei einer Temperatur betrieben werden, bei der das mesogene Medium in der isotropen Phase vorliegt und
- mindestens ein Element zur Polarisierung des Lichts

die Realisierung exzellenter Anzeigen ermöglicht.

[0012] Insbesondere ist der Kontrast dieser Anzeigen und seine Blickwinkelabhängigkeit hervorragend. Die Schaltzeiten sind extrem kurz und die Anspannungen nur moderat hoch.

[0013] Das verwendete elektrische Feld ist bevorzugt ein inhomogenes Feld.

[0014] Das mesogene Medium wird als Steuermedium des Lichtsteuerelements verwendet. Als mesogene Medien werden in der vorliegenden Anmeldung Medien bezeichnet, die eine Mesophase aufweisen, die in einer Mesophase löslich sind oder eine Mesophase induzieren. Die Mesophase ist eine smektische oder, bevorzugt, eine nematische Phase.

[0015] Als bevorzugtes Medium zur Untersuchung der mesogenen Eigenschaften der Medien die keine Mesophase aufweisen wird die nematische Mischung ZLI-4792 der Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland verwendet. Bevorzugt haben die mesogenen Medien einen aus 10%iger Lösung in dieser Mischung extrapolierten Klärpunkt von  $-100^{\circ}\text{C}$  oder mehr, besonders bevorzugt von  $-50^{\circ}\text{C}$  oder mehr und ganz besonders bevorzugt von  $-20^{\circ}\text{C}$  oder mehr.

[0016] Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten bevorzugt ein mesogenes Medium, das bei Betriebstemperatur in der isotropen Phase vorliegt. Dieses Medium befindet sich zweckmäßiger Weise auf bzw. unter einem Substrat.

[0017] In der Regel befindet sich das mesogene Medium zwischen zwei Substraten. Wenn sich das mesogene Medium zwischen zwei Substraten befindet ist mindestens eines dieser Substrate lichtdurchlässig. Das lichtdurchlässige Substrat, bzw. die lichtdurchlässigen Substrate können z. B. aus Glas, Quarz oder Kunststoff bestehen. Wird ein Substrat verwendet, das nicht lichtdurchlässig ist, so kann dies unter anderem aus einem Metall oder einem Halbleiter bestehen. Diese Medien können als solche verwendet werden oder auf einem Träger, z. B. einer Keramik, vorliegen. Ist das mesogene Medium ein polymeres Medium so kann gegebenenfalls auf die Verwendung eines zweiten Substrats verzichtet werden. Polymere mesogene Medien können sogar selbsttragend ausgeführt werden. In diesem Fall wird gar kein Substrat benötigt.

[0018] Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten eine Elektrodenstruktur die ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente parallel zur Schicht des mesogenen Mediums erzeugt. Diese Elektrodenstruktur kann in der Form von interdigitalen Elektroden ausgeführt sein. Sie kann in Form von Kämmen oder Leitern ausgeführt sein. Auch Ausführungen in Form von überlagerten "H"s und doppel-"T"s bzw. "I"s sind vorteilhaft. Die Elektrodenstruktur befindet sich vorteilhaft auf nur einer Seite des mesogenen Mediums, bei Verwendung mindestens eines Substrats bevorzugt zwischen diesem und dem mesogenen Medium. Bevorzugt liegt die Elektrodenstruktur in mindestens zwei unterschiedlichen Ebenen die sich beide auf einer Seite des mesogenen Steuermediums befinden, vor, dies gilt insbesondere wenn die Elektrodenstruktur überlappende Teilstrukturen enthält. Diese Teilstrukturen werden vorteilhafter Weise durch eine dielektrische Schicht voneinander getrennt. Wenn sich die Teilstrukturen auf den gegenüberliegenden Seiten einer Isolationsschicht befinden kann ein "Lay-Out" gewählt werden, das die Realisierung von Kondensatoren erlaubt. Dies ist insbesondere bei der Ansteuerung von Anzeigen mittels einer aktiven Matrix vorteilhaft. Derartige aktiv Matrix Anzeigen verwenden eine Matrix von den einzelnen Lichtsteuerelementen zugeordneten Ansteuerelementen mit einer nicht-linearen Strom-Spannungs-Kennlinie wie z. B. TFTs oder MIM-(Englisch: metal insulator metal) Dioden.

[0019] Die Elektroden können aus durchsichtigem Material bestehen, wie z. B. Indiumzinnoxid (ITO). In diesem Fall kann es vorteilhaft und gegebenenfalls nötig sein einen Teil oder Teile des Lichtsteuerelements mittels einer schwarzen Maske abzudecken. Dies erlaubt Bereiche in denen das elektrische Feld nicht effektiv ist abzuschirmen und so den Kontrast zu verbessern. Die Elektroden können aber auch aus undurchsichtigem Material bestehen, üblicherweise aus Metall. Dann kann der Einsatz einer separaten schwarzen Maske gegebenenfalls entfallen.

[0020] In einer anderen Ausführungsform befinden sich die Teilstrukturen der Elektrodenstruktur auf den beiden gegenüberliegenden Seiten des mesogenen Mediums. In diesem Fall stehen sich die entsprechenden Teile der Elektroden nicht senkrecht gegenüber, sondern sind gegeneinander seitlich so versetzt, dass eine Komponente des elektrischen Felds parallel zur Schicht des mesogenen Mediums entsteht.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform sind die Elektrodenstrukturen erhaben, haben also eine bestimmte Dicke, die gegenüber der Schichtdicke des mesogenen Mediums nicht zu vernachlässigen ist. In diesem Fall kann die Elektrodenstruktur verschiedene Topographien haben. Die Elektrodenstruktur kann sich durch einen signifikanten Anteil der gesamten Dicke der Schicht des mesogenen Steuermediums erstrecken. Bevorzugt ist die maximale Höhe der Elektroden-schicht, bzw. der Elektrodenschicht jedoch deutlich kleiner als die Dicke des mesogenen Mediums. Bevorzugt beträgt das Verhältnis 1 : 3 oder weniger, besonders bevorzugt 1 : 10 oder weniger und ganz besonders 1 : 50 oder weniger. In manchen Fällen kann die Dicke der Elektrodenschicht gegenüber der Dicke des mesogenen Mediums vernachlässigt werden, dann ist das Verhältnis bevorzugt 1 : 100 oder kleiner.

[0022] Die Betriebstemperatur des Lichtsteuerelements liegt bevorzugt oberhalb der Übergangstemperatur des Steuermediums zur isotropen Phase, in der Regel im Bereich von  $0,1^{\circ}$  bis  $50^{\circ}$  oberhalb dieser Übergangstemperatur, bevorzugt im Bereich von  $0,5^{\circ}$  bis  $10^{\circ}$  oberhalb dieser Übergangstemperatur und besonders bevorzugt im Bereich von  $0,1^{\circ}$  bis  $5^{\circ}$  oberhalb dieser Übergangstemperatur.

[0023] Bei Anlegen einer Spannung wird in dem mesogenen Medium in der isotropen Phase eine Orientierung induziert, welche zu einer optischen Verzögerung führt, die auf bekannte Weise visualisiert werden kann. Bevorzugt wird ein inhomogenes elektrisches Feld angewendet.

[0024] Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten mindestens ein Element zur Polarisierung des Lichts. Zusätzlich enthalten sie bevorzugt ein weiteres optisches Element. Dieses weitere optische Element ist entweder ein zweites Element zur Polarisierung des Lichts, ein Reflektor oder ein Transfektor.

[0025] Die optischen Elemente sind so angeordnet, dass das Licht beim Durchgang durch das mesogene Medium des Lichtsteuerelements sowohl vor dem Eintritt in das mesogene Medium, als auch nach dem Austritt aus dem mesogenen Medium mindestens einmal mindestens ein polarisierendes Element durchläuft.

[0026] In einer bevorzugten Ausführungsform des Lichtsteuerelements gemäß der vorliegenden Erfindung befindet sich das mesogene Medium zwischen zwei Polarisatoren, also einem Polarisator und einem Analysator. Bevorzugt werden zwei Lincarpolarisatoren verwendet. In dieser Ausführungsform sind die Absorptionsachsen der Polarisatoren bevorzugt gekreuzt und bilden bevorzugt einen Winkel von  $90^\circ$ .

- 5 [0027] Optional enthält das erfindungsgemäße Lichtsteuerelement eine oder mehrere doppelbrechend Schichten. Bevorzugt enthält es eine  $\lambda/4$ -Schicht oder mehrere  $\lambda/4$ -Schichten, bevorzugt eine  $\lambda/4$ -Schicht. Die optische Verzögerung der  $\lambda/4$ -Schicht beträgt bevorzugt ca. 140 nm.

- [0028] Die Schichtdicke (d) des mesogenen Steuermediums beträgt bevorzugt 0,1  $\mu\text{m}$  bis 5.000  $\mu\text{m}$  (i. e. 5 mm), besonders bevorzugt 0,5  $\mu\text{m}$  bis 1.000  $\mu\text{m}$  (i. e. 1 mm), besonders bevorzugt 1,0  $\mu\text{m}$  bis 100  $\mu\text{m}$  und ganz besonders bevorzugt 3,0  $\mu\text{m}$  bis 30  $\mu\text{m}$  und insbesondere 3,5  $\mu\text{m}$  bis 20  $\mu\text{m}$ . In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Schichtdicke des mesogenen Steuermediums bevorzugt 0,5  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt 1,0  $\mu\text{m}$  bis 20  $\mu\text{m}$  und ganz besonders bevorzugt 1,0  $\mu\text{m}$  bis 8,0  $\mu\text{m}$ .

- [0029] Das erfindungsgemäße Lichtsteuerelement kann zusätzlich ein oder mehrere weitere übliche optische Elemente wie doppelbrechende Schichten (z. B. Kompensationsschichten), Diffusorschichten, und Elemente zur Erhöhung der Helligkeit und/oder der Lichtausbeute, der Blickwinkelabhängigkeit enthalten. Wobei diese Aufzählung nicht abschließend ist.

- [0030] Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente sind durch einen guten Kontrast gekennzeichnet, der stark und nahezu überwiegend von den Eigenschaften der verwendeten Polarisatoren abhängt. Zum Vergleich mit herkömmlichen TN-Zellen werden hier TN-Zellen mit einer optischen Verzögerung von 0,50  $\mu\text{m}$ , positivem Kontrast und der Absorptionsachse der Polarisatoren senkrecht zu der Vorzugsorientierung der nematischen Flüssigkristalle am benachbarten Substrat, die nicht chirale Flüssigkristalle enthalten herangezogen. Werden bei den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen und bei diesen herkömmlichen TN-Zellen die gleichen Polarisatoren verwendet, ist der Kontrast der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente um 40% oder mehr größer als der der TN-Zellen.

- [0031] Die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente ist sehr gut. Sie ist deutlich besser als die der bekannten ECB-Zellen. Sie ist eher vergleichbar mit der kommerziell verfügbarer IPS-Anzeigen (z. B. von Hitachi und NEC, beide Japan) und MVA-Anzeigen (z. B. von Fujitsu, Japan). Sie ist viel geringer als die der im letzten Absatz erwähnten TN-Anzeigen. So schließt eine Isokontrastkurve eines gegebenen Kontrastverhältnisses bei den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen in der Regel einen Winkelbereich ein, die mehr als doppelt so groß, oft sogar mehr als dreimal so groß ist wie die entsprechende Isokontrastkurve für das gleiche Kontrastverhältnis bei der TN-Anzeige.

[0032] Die Schaltzeiten der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente sind sehr klein. Sie liegen in der Regel bei Werten von 1 ms oder weniger, bevorzugt bei 0,5 ms oder weniger besonders bevorzugt bei 0,1 ms oder weniger.

- [0033] Besonders vorteilhaft ist die Tatsache, dass bei Schalten zwischen verschiedenen Graustufen sowohl die Schaltzeit für das Ausschalten, als auch, besonders überraschend, die für das Einschalten nahezu unabhängig von der verwendeten Ansteuerspannung sind. Dies stellt einen wesentlichen Vorteil gegenüber herkömmlichen Lichtsteuerelementen wie Flüssigkristallzellen, z. B. TN-Zellen dar.

- [0034] Zur Untersuchung des Schaltverhaltens bei der Ansteuerung von Graustufen wurden die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente jeweils z. B. von der Spannung  $V_{10}$  jeweils auf  $V_{90}$ ,  $V_{80}$ ,  $V_{70}$  bis  $V_{20}$ , geschaltet so ist die Einschaltzeit vom Zeitpunkt des Einschaltens der neuen Spannung bis zum Erreichen von 90% der jeweiligen maximalen Transmissionsänderung für alle diese Schaltvorgänge in allen Fällen in erster Näherung identisch.

[0035] Elektrooptische Anzeigen gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten ein oder mehrere erfindungsgemäße Lichtsteuerelemente. Diese werden in einer bevorzugten Ausführungsform mittels einer Aktiven Matrix angesteuert.

- [0036] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform werden die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente im sogenannten "field sequential mode" angesteuert. Hierbei werden die Schaltelemente synchron zur Ansteuerung nacheinander mit verschieden farbigem Licht beleuchtet. Zur Erzeugung des gepulsten farbigen Lichts können beispielsweise ein Farbrad ("color wheel"), Stroboskoplampen oder Blitzlampen eingesetzt werden.

- [0037] Elektrooptische Anzeigen gemäß der vorliegenden Erfindung können, insbesondere wenn sie für Fernschirmschirme, Computermonitore oder ähnliches verwendet werden, zur Darstellung farbiger Bilder einen Farbfiler enthalten. Dieser Farbfiler besteht zweckmäßiger Weise aus einem Mosaik von Filterelementen verschiedener Farben. Hierbei ist typischer Weise jedem elektro-optischen Schaltelement ein Element des Farbfilermosaiks einer Farbe zugeordnet.

[0038] Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung weisen bevorzugt eine nematische Phase auf. Es können jedoch auch Medien verwendet werden, bei denen der Temperaturbereich der nematischen Phase so schmal ist, dass praktisch ein Übergang von der kristallinen Phase oder von der smektischen Phase in die isotrope Phase erfolgt.

- [0039] Der Klärpunkt der eine nematische Phase aufweisenden mesogenen Medien liegt bevorzugt im Bereich von  $-20^\circ\text{C}$  bis  $80^\circ\text{C}$ , besonders bevorzugt im Bereich von  $0^\circ\text{C}$  bis  $60^\circ\text{C}$  und ganz besonders bevorzugt im Bereich von  $20^\circ\text{C}$  bis  $60^\circ\text{C}$ . Bei Anzeigen mit Hintergrundbeleuchtung liegt der Klärpunkt bevorzugt im Bereich von  $10^\circ\text{C}$  bis  $70^\circ\text{C}$  und besonders bevorzugt im Bereich von  $30^\circ\text{C}$  bis  $50^\circ\text{C}$ .

[0040] Die nematische Phase ist bevorzugt stabil bis  $-10^\circ\text{C}$ , besonders bevorzugt bis  $-30^\circ\text{C}$  und ganz besonders bevorzugt bis  $-40^\circ\text{C}$ .

- [0041] Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung weisen in der nematischen Phase bei einer Temperatur von 4 Grad unter dem Klärpunkt bevorzugt eine Doppelbrechung ( $\Delta n$ ) von 0,100 oder mehr, besonders bevorzugt von 0,150 oder mehr, ganz besonders bevorzugt von 0,200 oder mehr auf. Der Wert der Doppelbrechung ist für die erfindungsgemäße Anwendung so gut wie unbegrenzt. Praktisch ist er jedoch in der Regel 0,500 oder kleiner und meist 0,450 oder kleiner. Der Wert der Doppelbrechung der erfindungsgemäßen Medien wird hier in der nematischen Phase bei einer Temperatur von  $4^\circ$  unterhalb des Klärpunkts gemessen. Ist das Medium bei dieser Temperatur nicht stabil nematisch oder zumindest bis zu dieser Temperatur in der nematischen Phase unterkühlbar so wird die Doppelbrechung einer Mischung aus 15% des Mediums und 85% der nematischen Mischung ZLI-4792 der Merck KGaA bei  $20^\circ\text{C}$  bestimmt und aus der Änderung gegenüber der Mischung ZLI-4792 auf den Wert des reinen Mediums extrapoliert.

[0042] Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung weisen bevorzugt ein Dipolmoment von 4 Debye oder mehr, besonders bevorzugt von 6 Debye oder mehr und besonders bevorzugt von 8 Debye oder mehr auf.

[0043] Für die Lichtsteuerelemente gemäß der vorliegenden Erfindung können sowohl mesogene Steuermedien verwendet werden, die in der Mesophase eine positive dielektrische Anisotropie ( $\Delta\epsilon$ ) aufweisen, als auch solche die eine negative dielektrische Anisotropie aufweisen. Bevorzugt werden mesogene Steuermedien verwendet, die in der Mesophase eine positive dielektrische Anisotropie ( $\Delta\epsilon$ ) aufweisen.

[0044] Wenn die mesogenen Steuermedien eine positive dielektrische Anisotropie haben hat diese bei 1 kHz und einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts, bevorzugt in der nematischen Phase, einen Wert von bevorzugt 15 oder mehr, besonders bevorzugt 30 oder mehr und ganz besonders bevorzugt 45 oder mehr. Hat das Medium keine nematische Phase oder liegt es bei einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts nicht in der nematischen Phase vor, so wird seine dielektrische Anisotropie wie die Doppelbrechung durch Extrapolation der Werte einer Mischung von 15% in der Mischung ZLI-4792 ermittelt.

[0045] Wenn die mesogenen Steuermedien eine negative dielektrische Anisotropie haben, hat diese einen Wert von bevorzugt -5 oder weniger, besonders bevorzugt -7 oder weniger und ganz besonders bevorzugt -10 oder weniger.

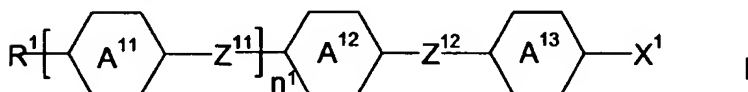
[0046] Besonders bevorzugt sind Steuermedien mit einer positiven dielektrischen Anisotropie.

[0047] Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung bestehen bevorzugt aus zwei bis 40 Verbindungen, besonders bevorzugt aus fünf bis 30 Verbindungen und ganz besonders bevorzugt aus sieben bis 25 Verbindungen.

[0048] Die erfindungsgemäßen mesogenen Medien mit positiver dielektrischer Anisotropie gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten bevorzugt

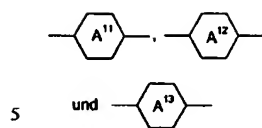
- eine Komponente A bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer sehr stark positiven dielektrischen Anisotropie von 30 oder mehr,
- optional eine Komponente B bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer stark positiven dielektrischen Anisotropie von 10 bis < 30,
- optional eine Komponente C bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer moderat positiven dielektrischen Anisotropie von > 1,5 bis < 10,
- optional eine Komponente D bestehend aus einer oder mehreren dielektrisch neutralen Verbindungen mit einer dielektrischen Anisotropie im Bereich von -1,5 bis +1,5 und
- gegebenenfalls optional eine Komponente E bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer negativen dielektrischen Anisotropie von weniger als -1,5.

[0049] Die Komponente A dieser Medien enthält bevorzugt eine oder mehrere Verbindungen der Formel I und besteht besonders bevorzugt überwiegend und ganz besonders bevorzugt nahezu vollständig aus einer oder mehreren Verbindungen der Formel I.

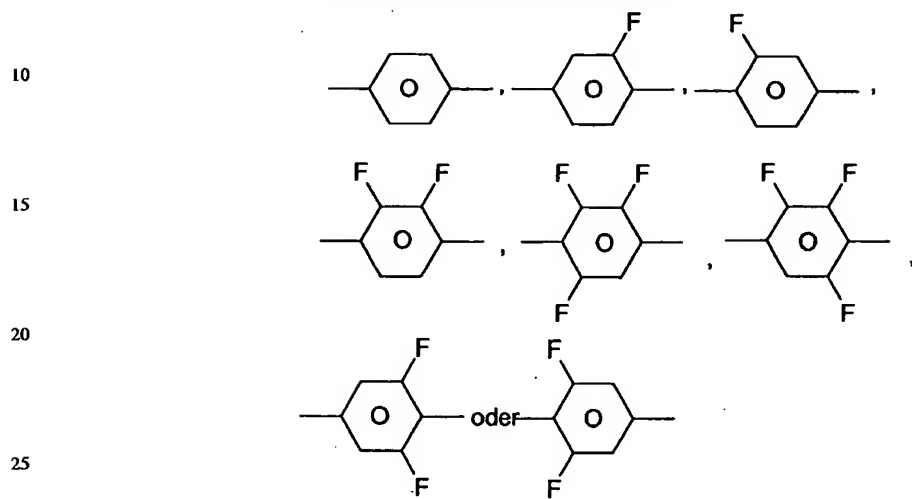


worin

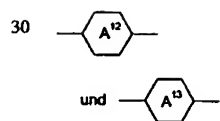
$R^1$  n-Alkyl, n-Alkoxy jeweils mit 1 bis 7 C-Atomen, Alkenyl, Alkenyloxy, Alkynyl oder Alkoxyalkyl jeweils mit 2 bis 7 C-Atomen,



jeweils voneinander unabhängig



und einer von



35

40

45

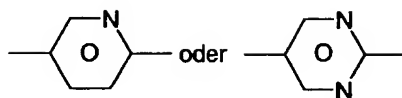
50

55

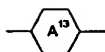
60

65

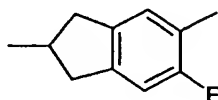
auch



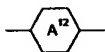
5



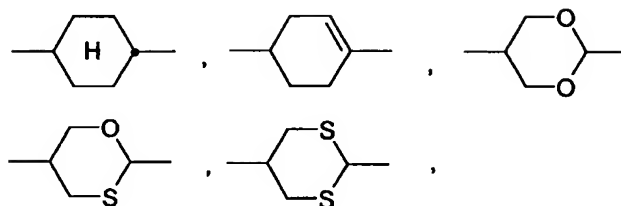
auch



10

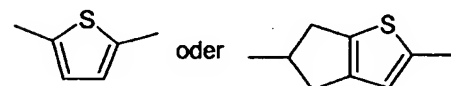


auch



20

25



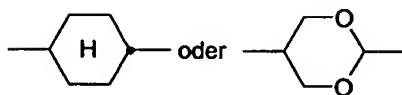
30

und, wenn vorhanden,

35



auch



40

$Z^{11}$  und  $Z^{12}$  jeweils voneinander unabhängig, eine Einfachbindung,  $-\text{CO}-\text{O}-$ , trans  $-\text{CH}=\text{CH}-$ ,  $-\text{CH}=\text{CF}-$ ,  $-\text{CF}=\text{CH}-$ ,  $-\text{CF}=\text{CF}-$ ,  $-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-\text{O}-$ ,  $-\text{CF}=\text{CF}-\text{CO}-\text{O}-$ ,  $-\text{CF}=\text{CH}-\text{CO}-\text{O}-$ ,  $-\text{CH}=\text{CF}-\text{CO}-\text{O}-$ ,  $-\text{CF}_2-\text{O}-$ ,  $-\text{O}-\text{CF}_2-$  oder  $-\text{C}\equiv\text{C}-$ ,  $X^1$  F,  $-\text{OCF}_3$ ,  $-\text{CF}_3$ ,  $-\text{OCF}_2\text{H}$ , Cl, CN,  $-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CN}$  oder NCS, bevorzugt CN,  $-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CN}$  oder NCS und  $n^1$  0 oder 1 bedeuten,

wobei

im Fall  $X^1 = \text{F}$  die Phenylringe insgesamt mindestens 2, bevorzugt mindestens 3, weitere F-Atome tragen,  
im Fall  $X^1 = -\text{OCF}_3$ ,  $-\text{CF}_3$ ,  $-\text{OCF}_2\text{H}$  oder Cl die Phenylringe insgesamt mindestens 1 weiteres F-Atom, bevorzugt mindestens 2 weitere, F-Atome tragen und  
im Fall  $X^1 = \text{CN}$ ,  $-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CN}$  oder NCS die Phenylringe bevorzugt mindestens 1 weiteres F-Atom tragen.

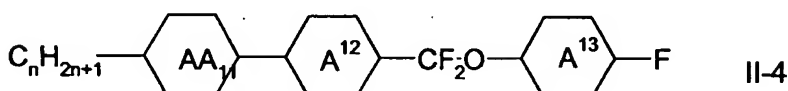
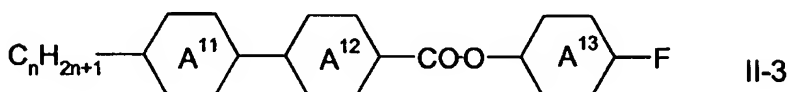
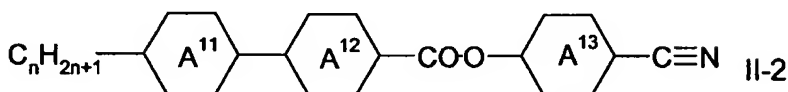
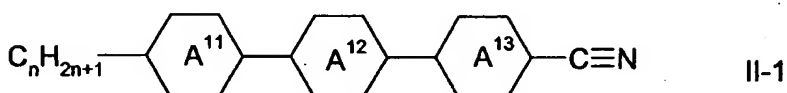
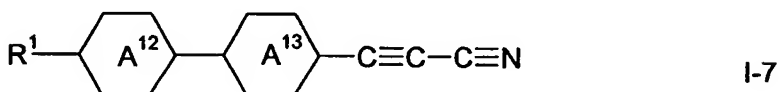
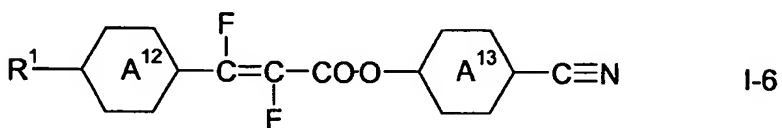
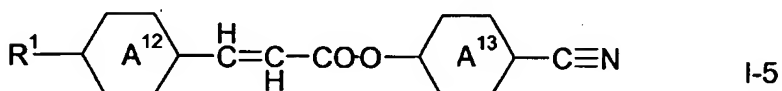
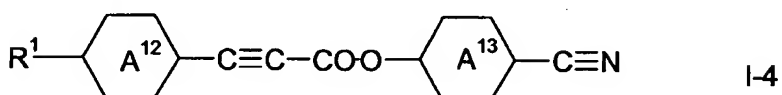
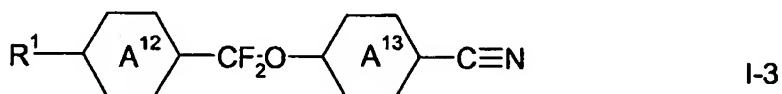
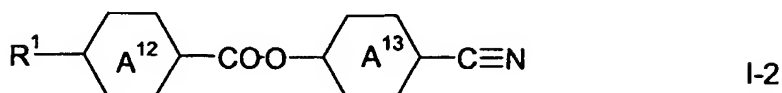
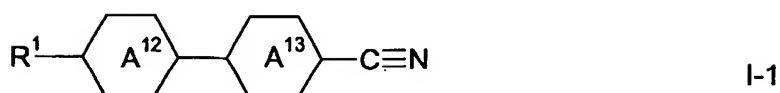
50

**[0050]** Bevorzugt enthalten die erfindungsgemäßen Medien eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln I-1 bis I-7 und/oder eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II-1 bis II-5, die ebenfalls Teilformeln der Formel I sind.

55

60

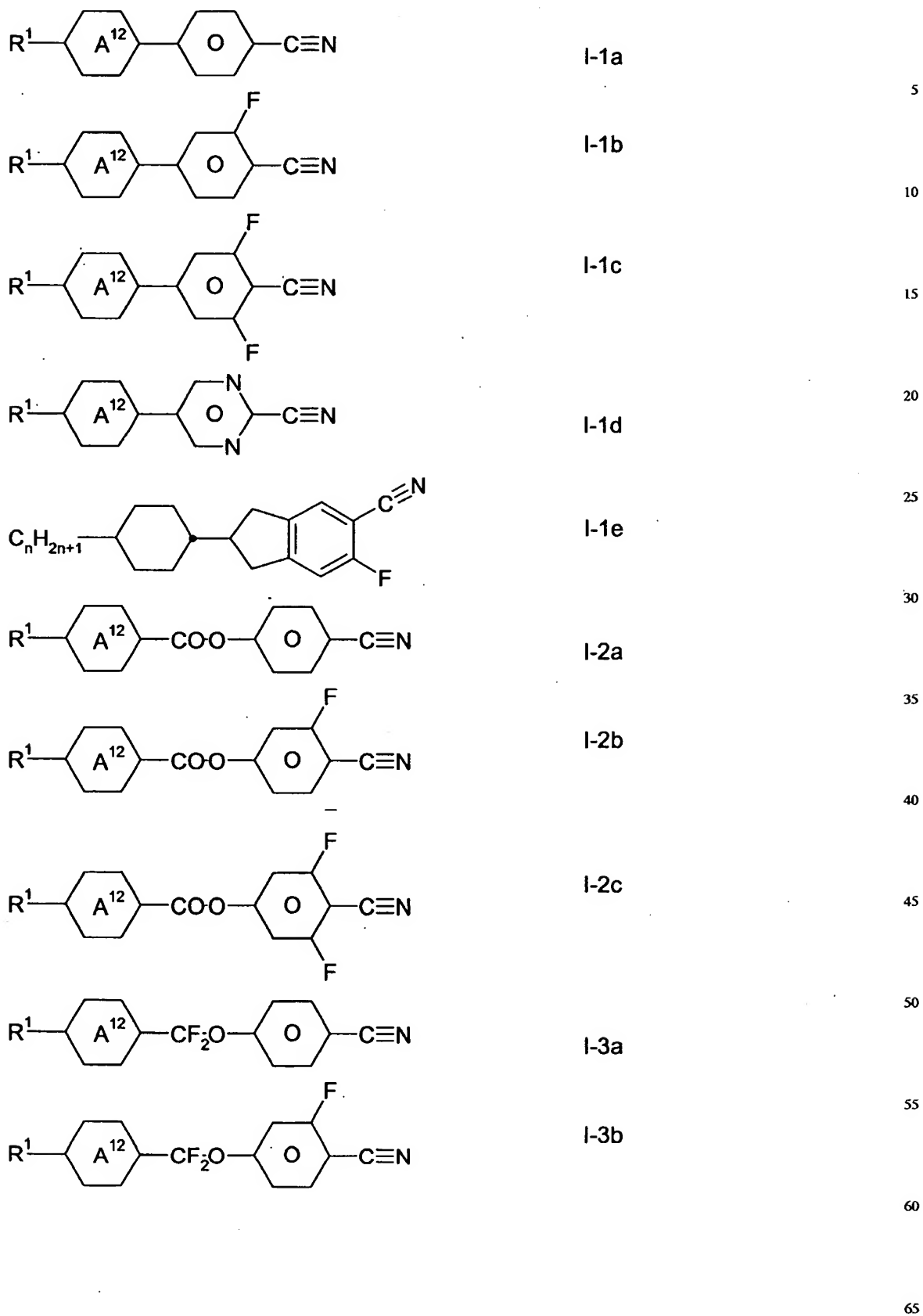
65

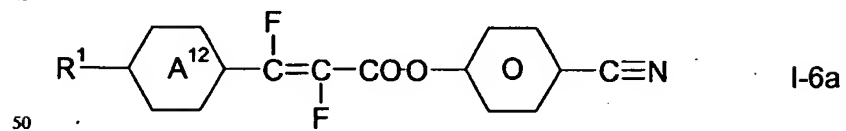
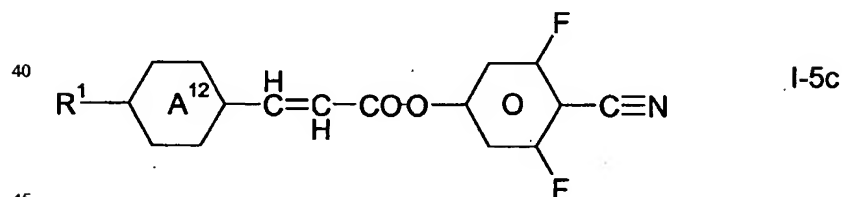
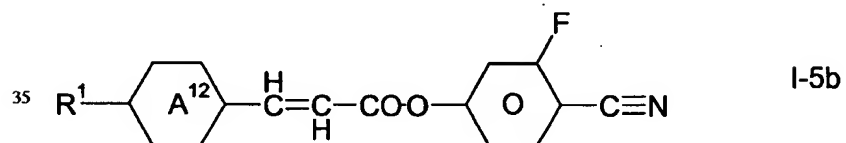
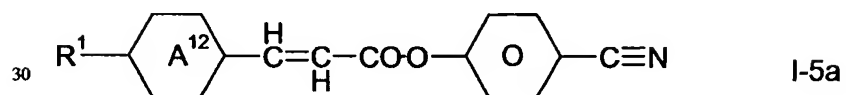
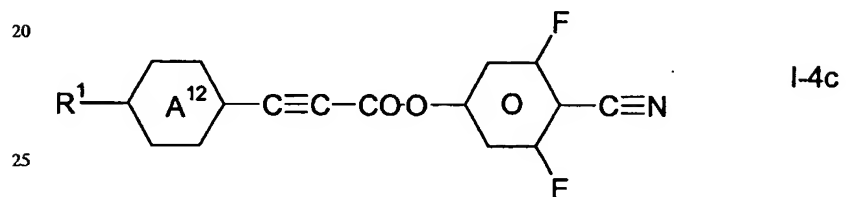
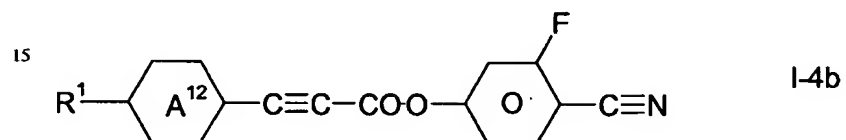
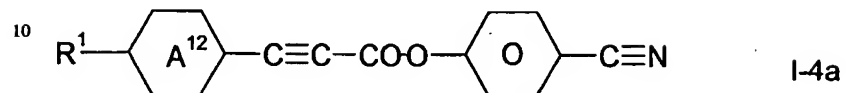
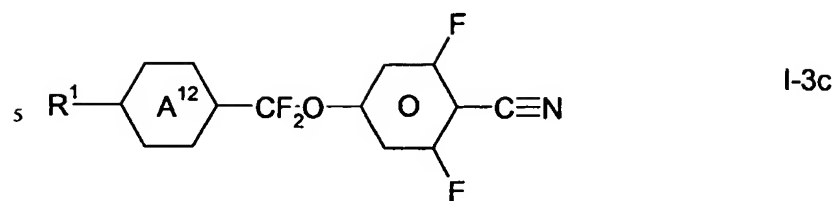


55 worin die Parameter die oben unter Formel I gegebene Bedeutung haben.

[0051] Besonders bevorzugt enthalten die erfindungsgemäßen Medien eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln I-1a bis I-1e, I-2a bis I-2c, I-3a bis I-3c, I-4a bis I-4c, I-5a bis I-5c, I-6a bis I-6c und I-7a bis I-7c und/oder eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II-1a bis II-1c, II-2a bis II-2c, II-3a, II-3b, II-3a, II-4b, II-5a und II-5b.



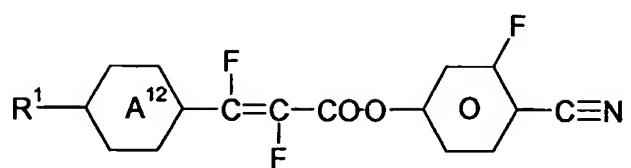




55

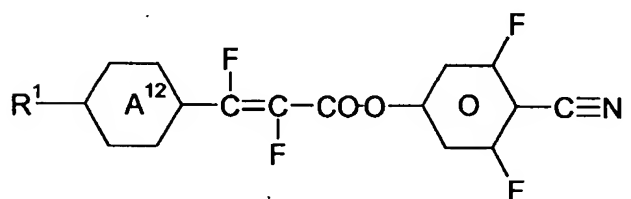
60

65



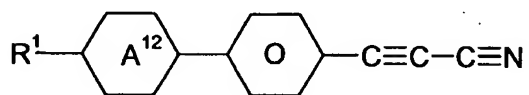
I-6b

5



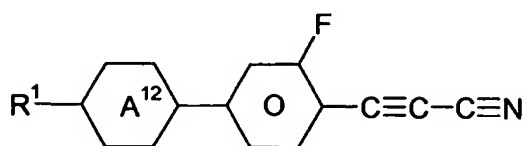
I-6c

10



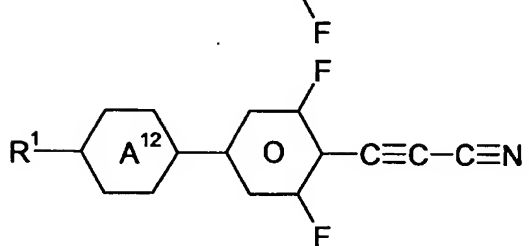
I-7a

15



I-7b

20



I-7c

25

30

35

40

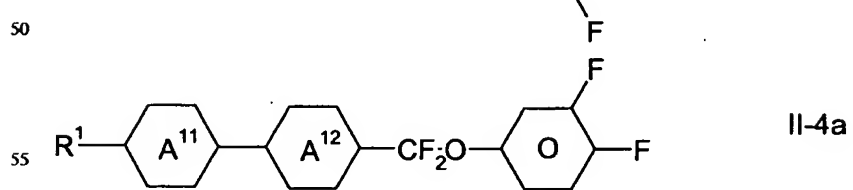
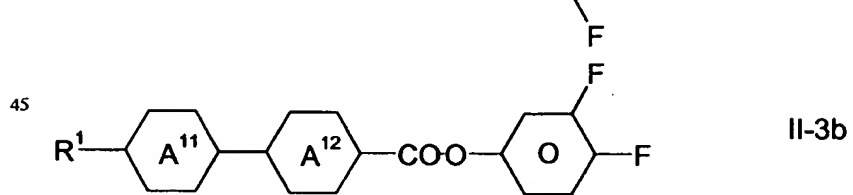
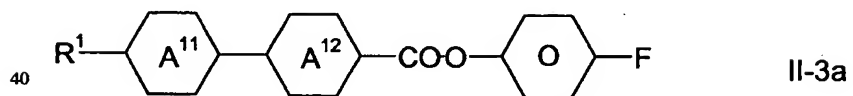
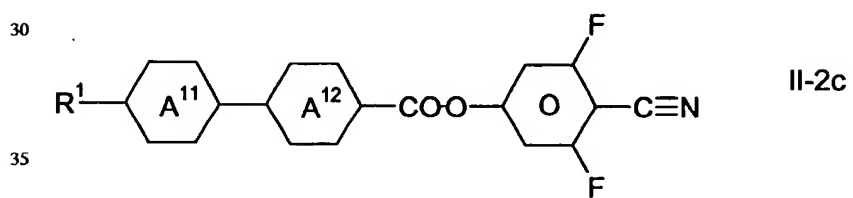
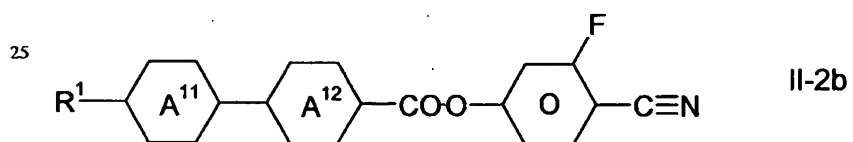
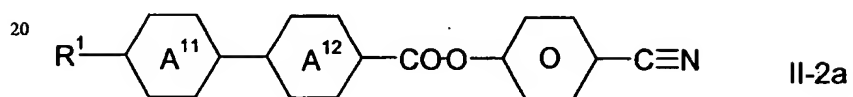
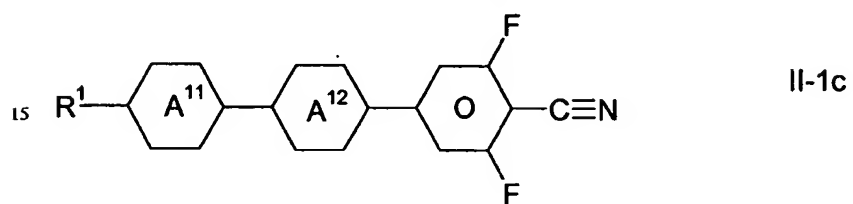
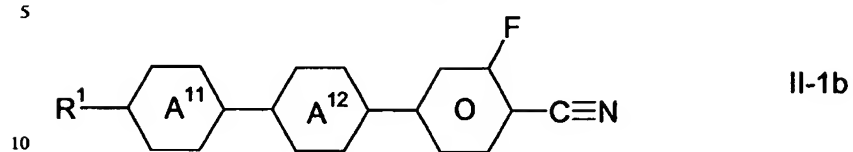
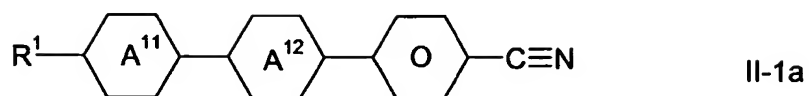
45

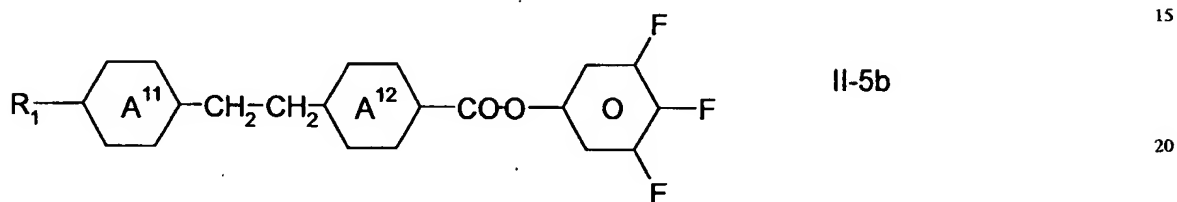
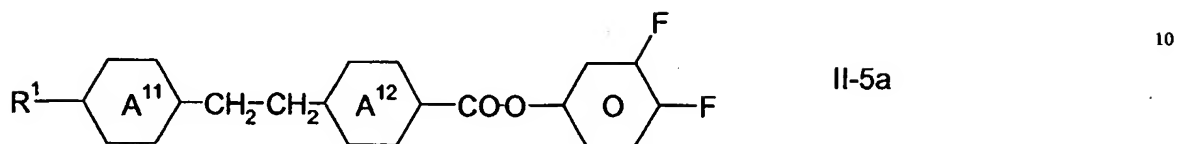
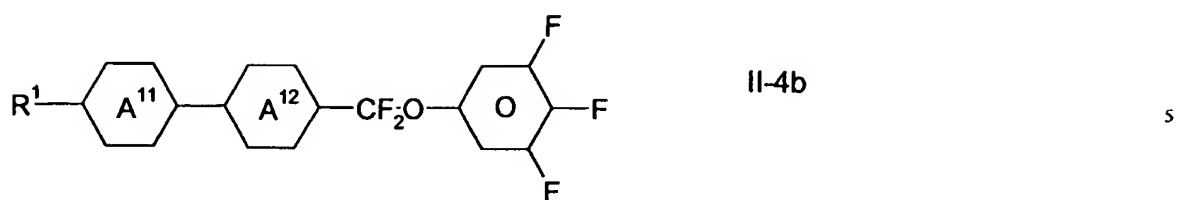
50

55

60

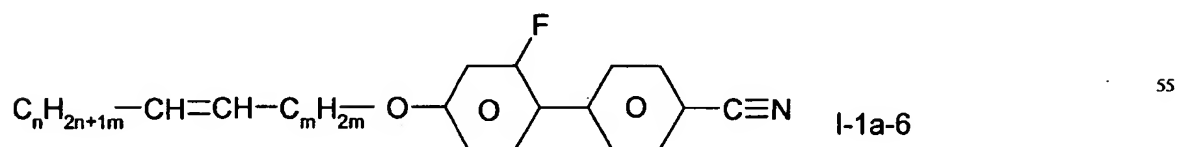
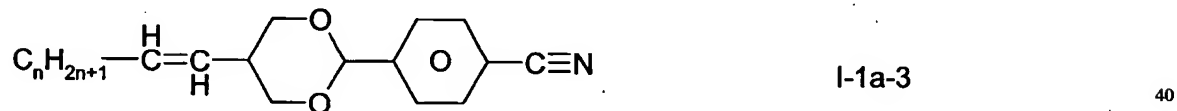
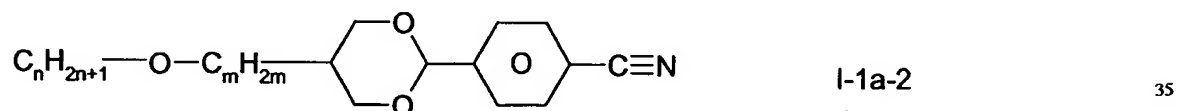
65

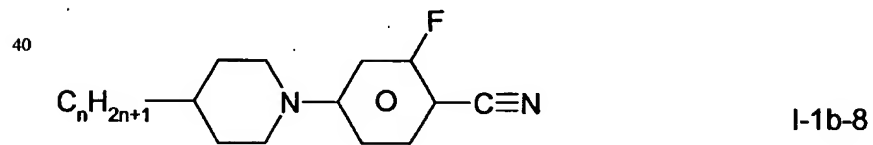
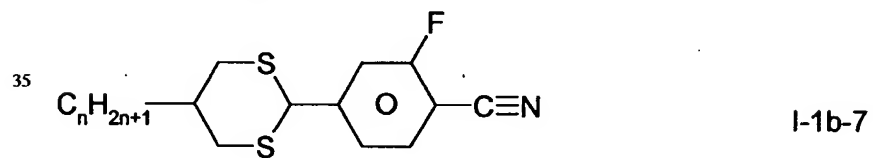
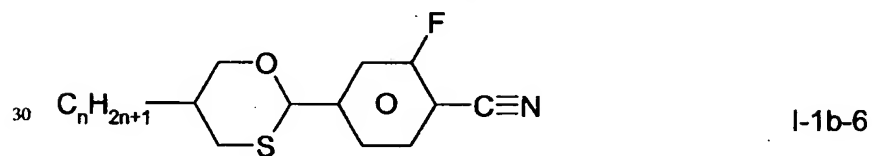
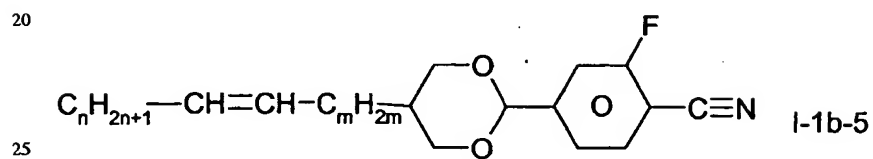
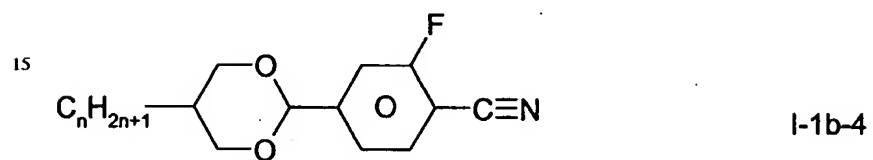
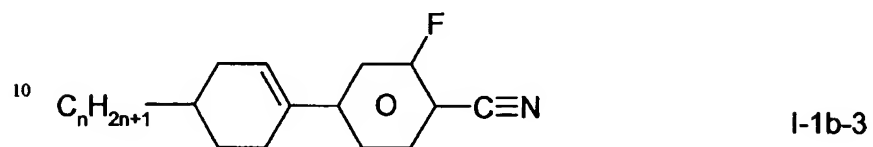
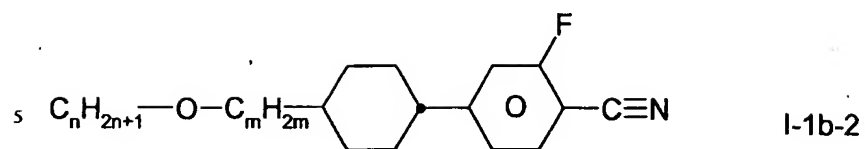


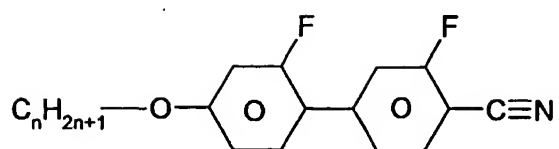


worin die Parameter die oben unter Formel I gegebene Bedeutung haben.

[0052] Die Verbindungen der Formeln I-1a bis I-1e sind bevorzugt ausgesucht aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln I-1 a-1 bis I-1 a-6, I-1 b-1 bis I-1b-9, I-1c-1 bis I-1c-9, I-1d-1 bis I-1d-5 und I-1e-1 und I-1e-2.

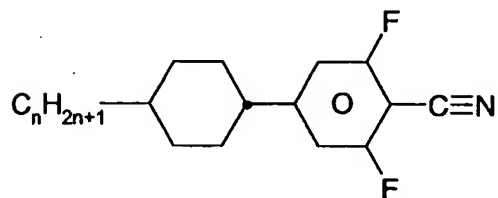






I-1b-9

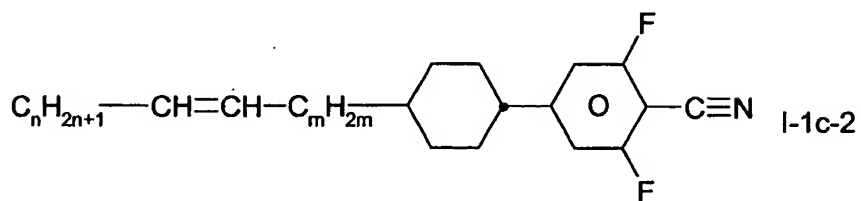
5



I-1c-1

10

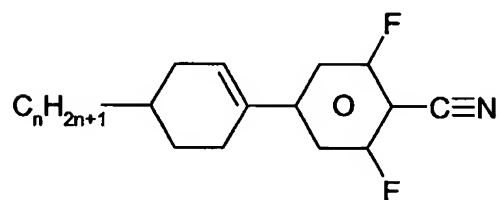
15



I-1c-2

20

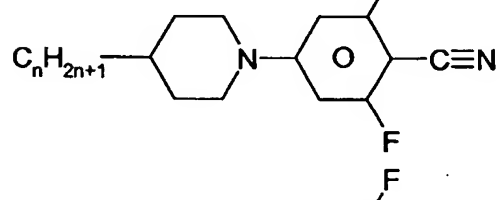
25



I-1c-3

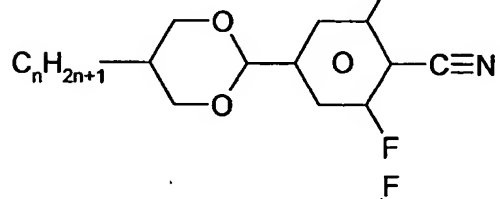
30

35



I-1c-4

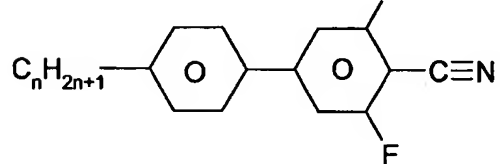
40



I-1c-5

45

50

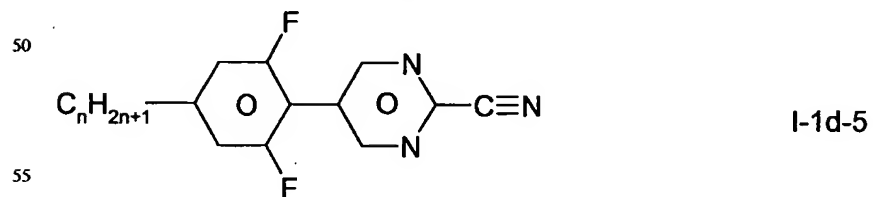
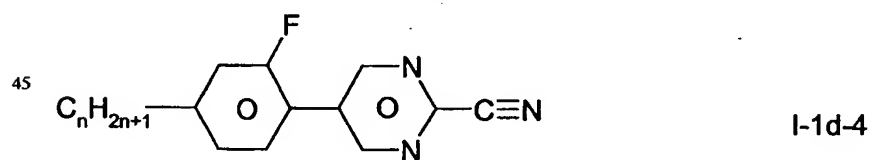
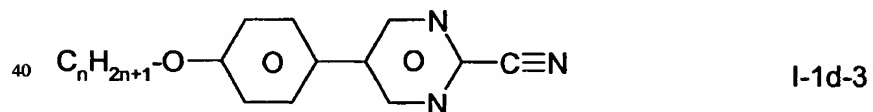
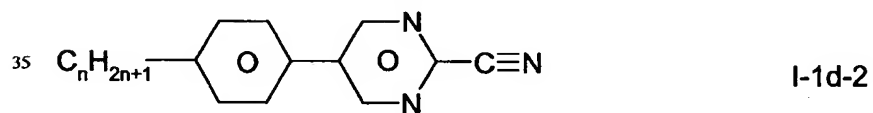
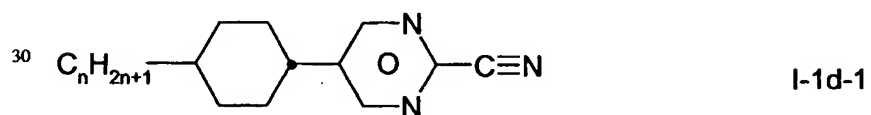
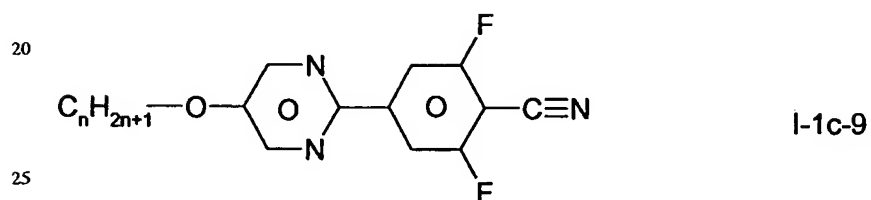
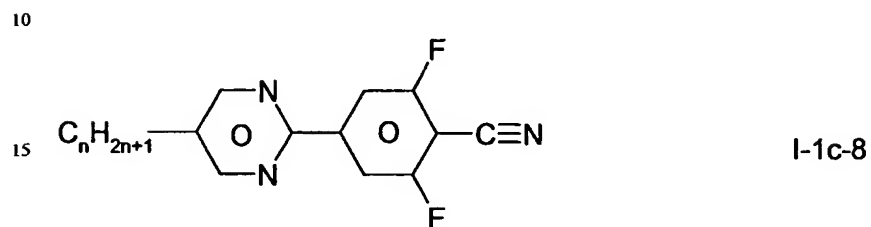
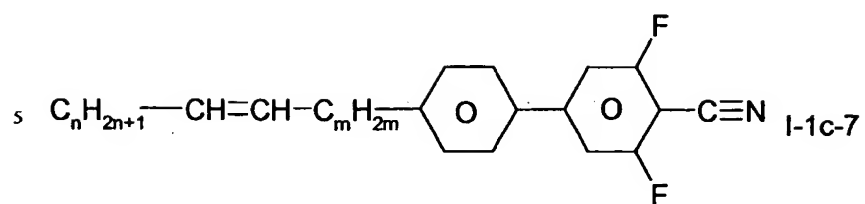


I-1c-6

55

60

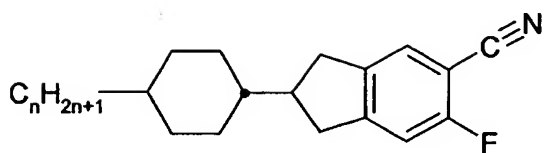
65



60

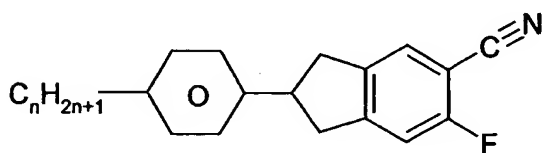
65





I-1e-1

5



I-1e-2

10

worin

n eine ganze Zahl von 0 bis 7, bevorzugt 1 bis 7,

15

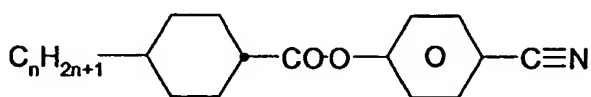
m eine ganze Zahl von 0 bis 5,

n+m eine ganze Zahl von 0 bis 7, bevorzugt von 1 bis 5

bedeuten.

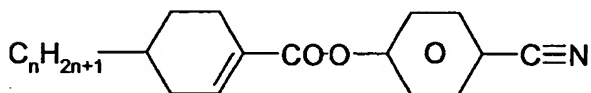
[0053] Die Verbindungen der Formeln I-2a bis I-2c sind bevorzugt ausgesucht aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln I-2a-1 bis I-2a-5, I-2b-1 bis I-2b-9 und I-2c-1 bis I-2c-17.

20



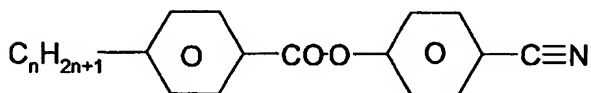
I-2a-1

25



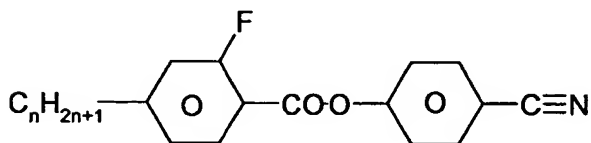
I-2a-2

30



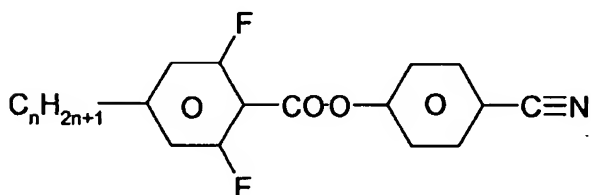
I-2a-3

35



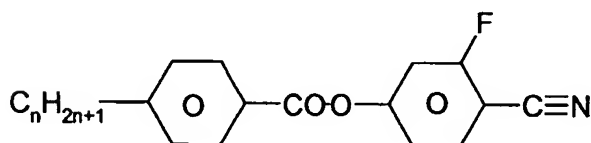
I-2a-4

40



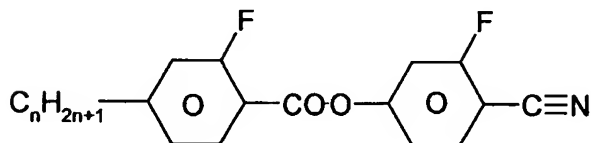
I-2a-5

45



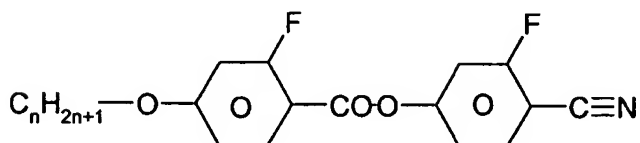
I-2b-1

50



I-2b-2

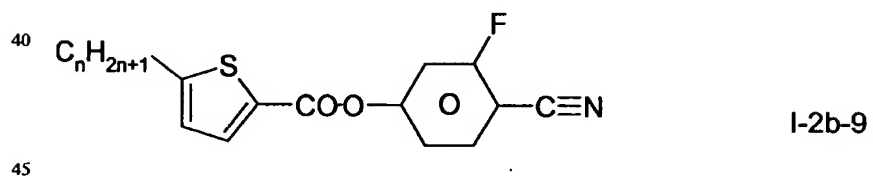
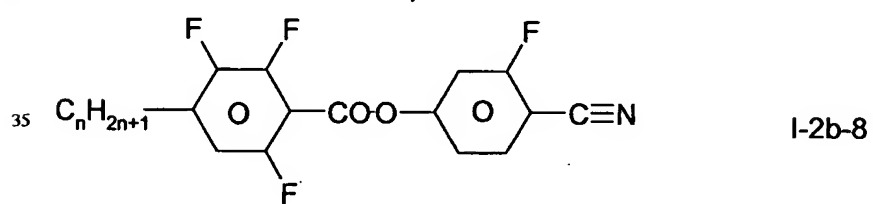
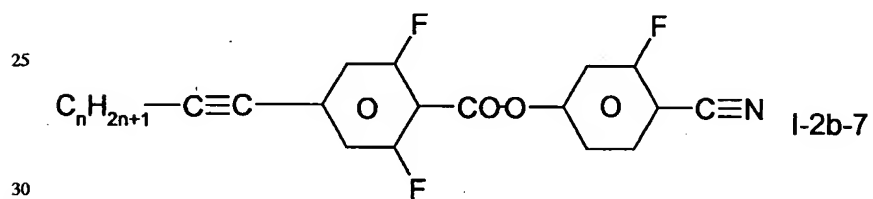
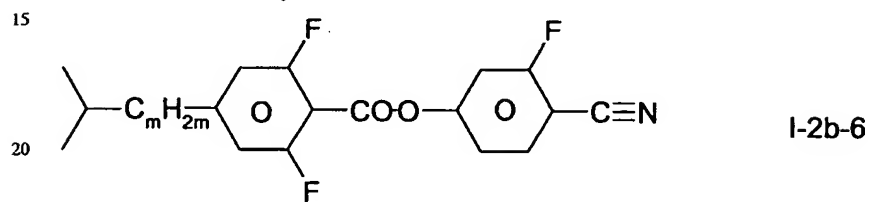
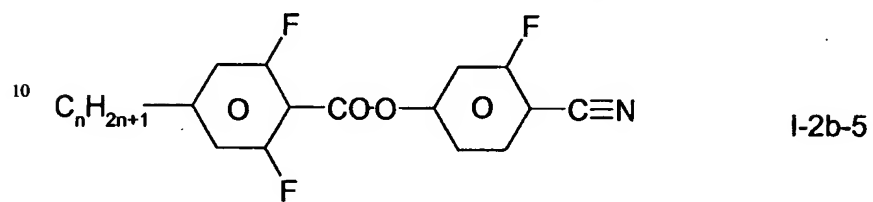
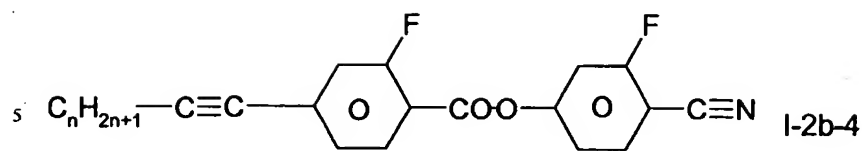
55

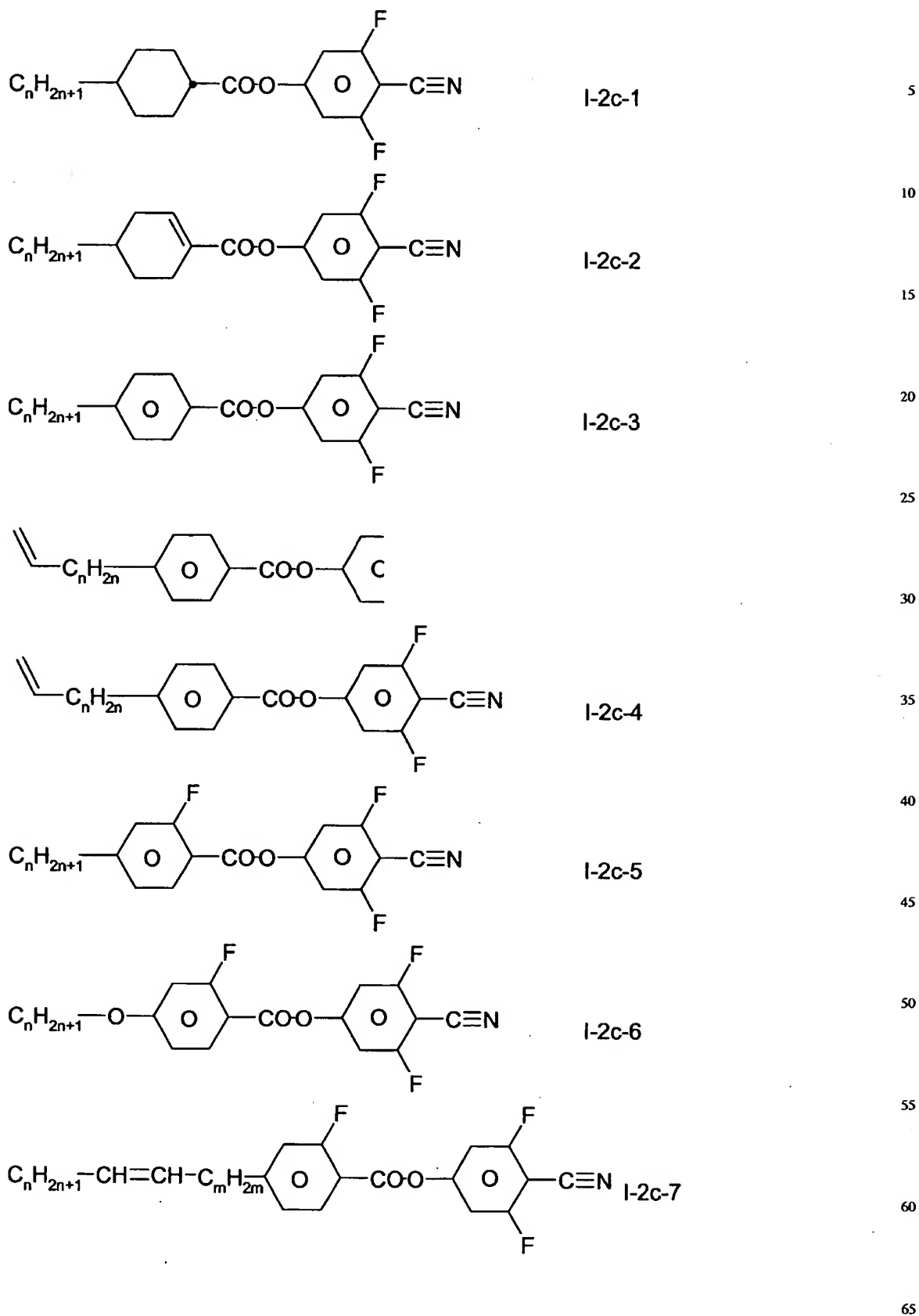


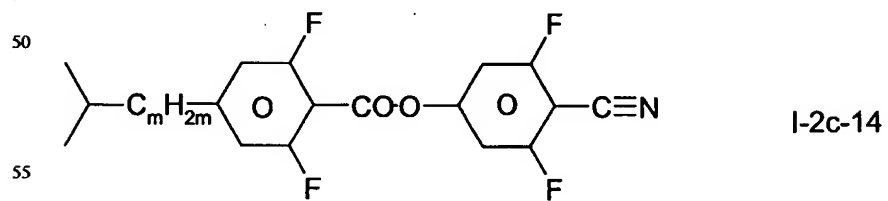
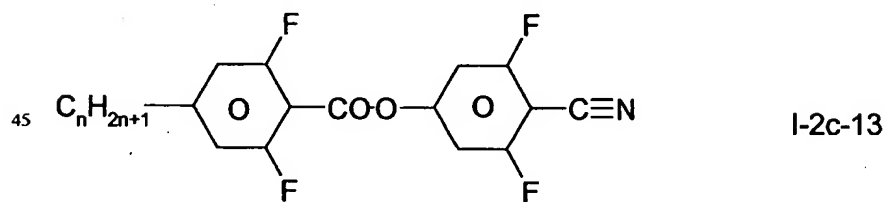
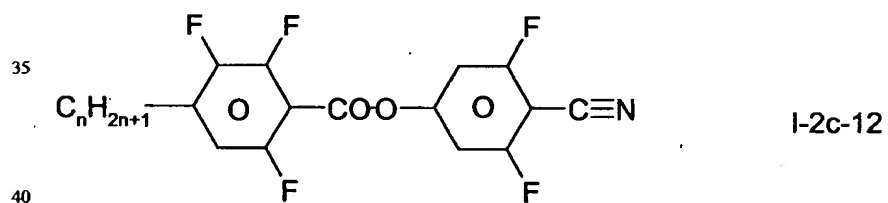
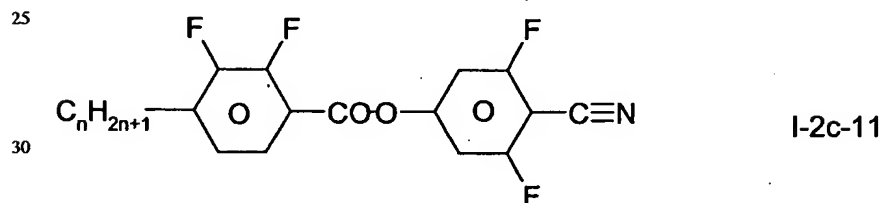
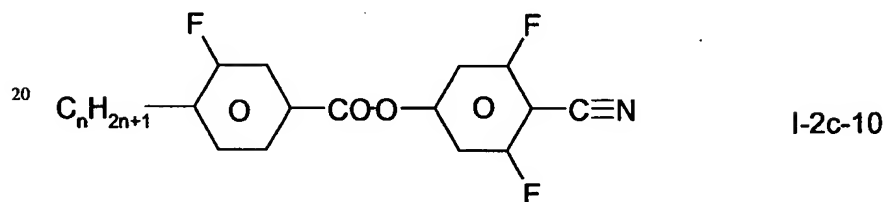
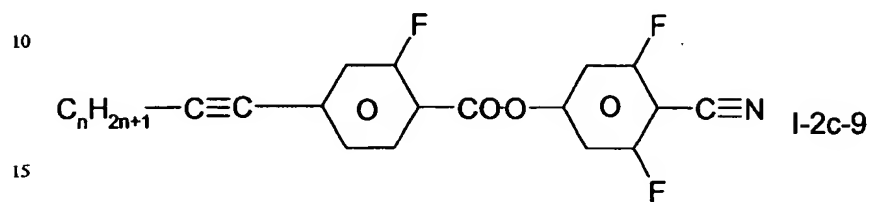
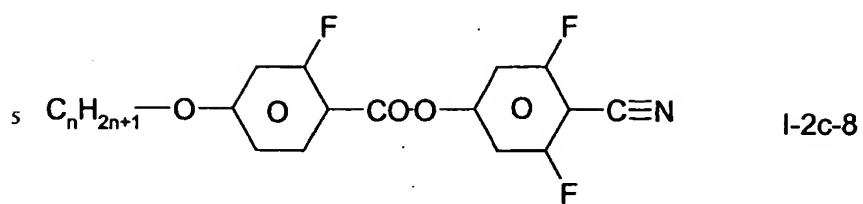
I-2b-3

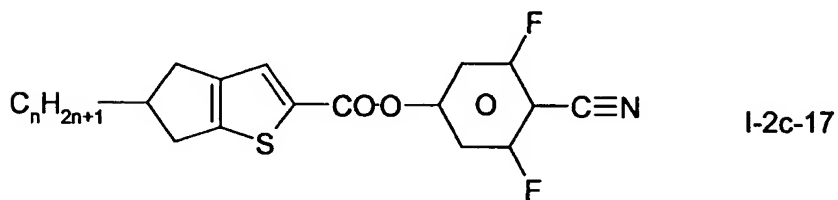
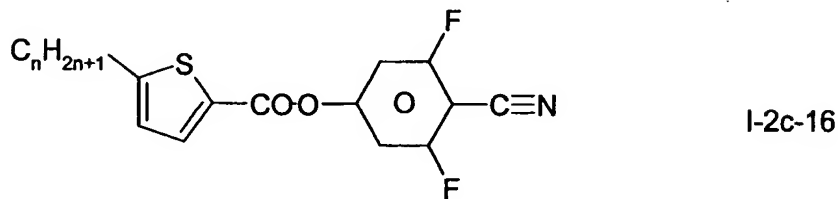
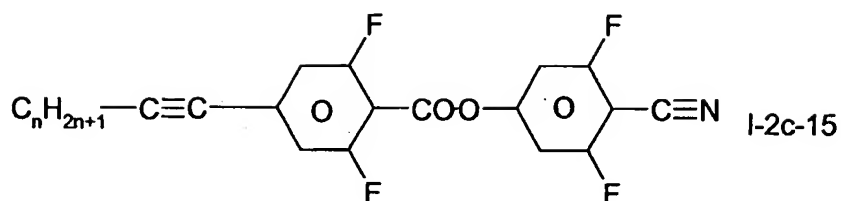
60

65









worin

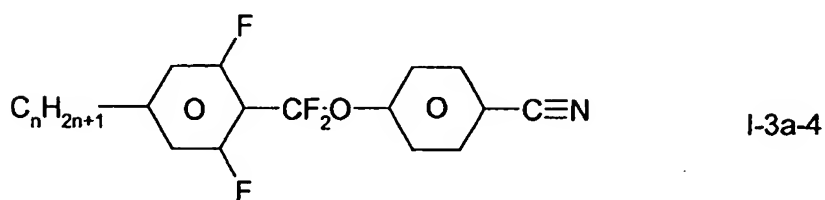
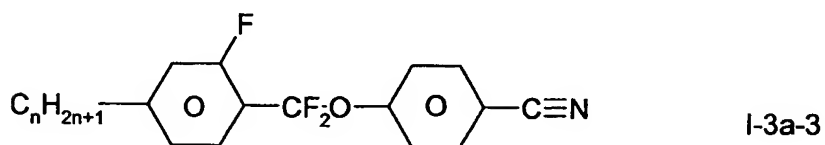
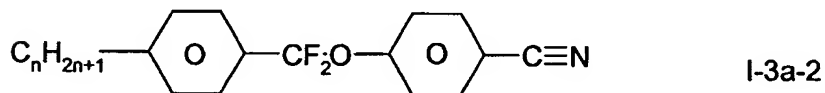
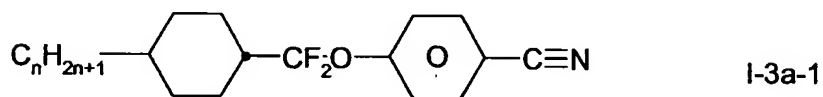
n eine ganze Zahl von 0 bis 7, bevorzugt von 0 bis 5 und besonders bevorzugt von 1 bis 5,

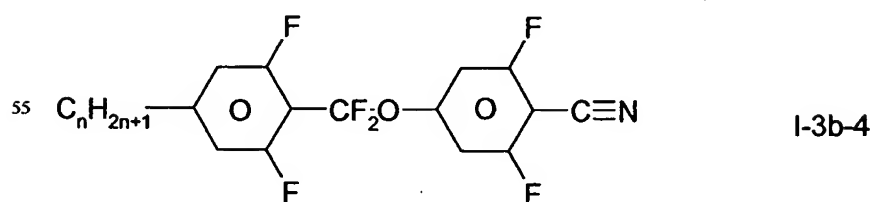
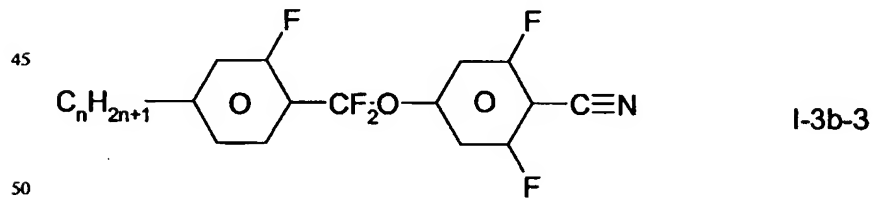
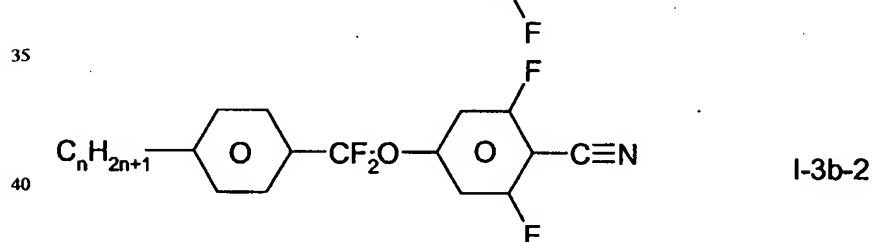
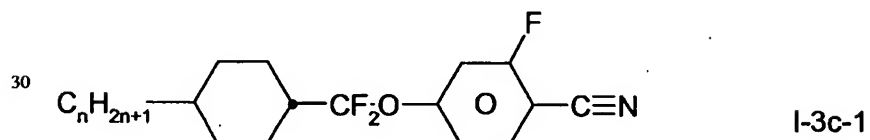
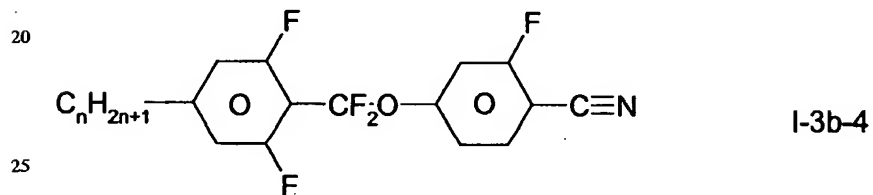
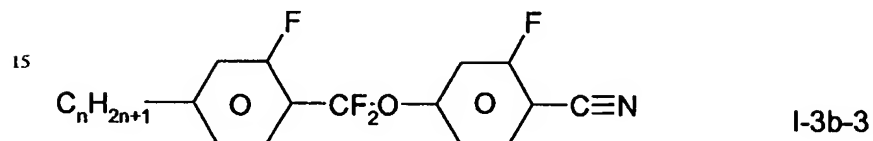
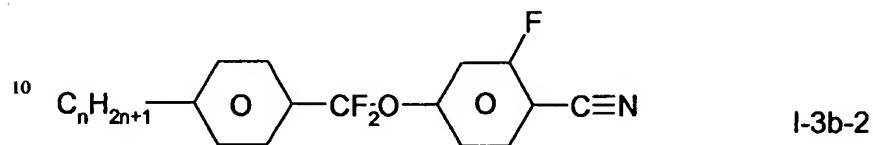
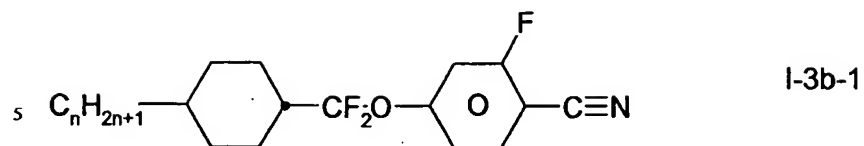
m eine ganze Zahl von 0 bis 5 und

n+m eine ganze Zahl von 0 bis 7, bevorzugt von 1 bis 5

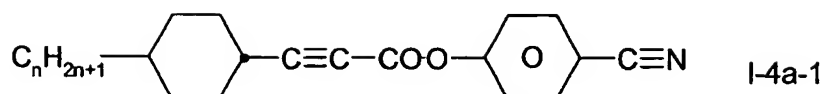
bedeutet.

[0054] Die Verbindungen der Formeln I-3a bis I-3c sind bevorzugt ausgesucht aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln I-3a-1 bis I-3a-4, I-3b-1 bis I-3b-4 und I-3c-1 bis I-3c-4.

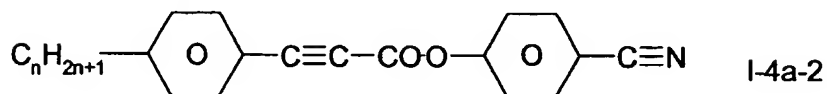




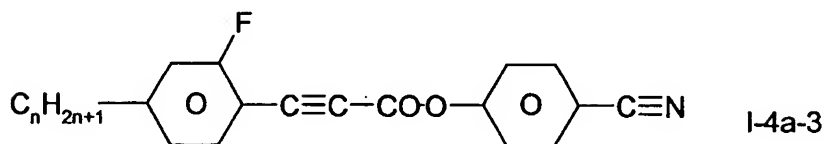
60 worin n eine ganze Zahl von 0 bis 7, bevorzugt von 0 bis 5 und besonders bevorzugt von 1 bis 5 bedeutet.  
 [0055] Die Verbindungen der Formeln I-4a bis I-4c sind bevorzugt ausgesucht aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln I-4a-1 bis I-4a-3, I-4b-1 bis I-4b-3 und I-4c-1 bis I-4c-3.



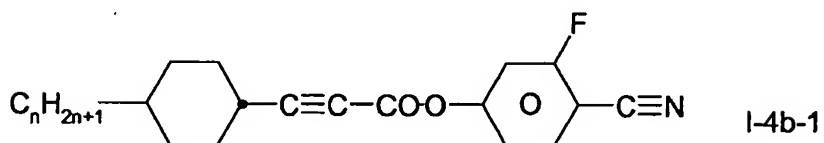
5



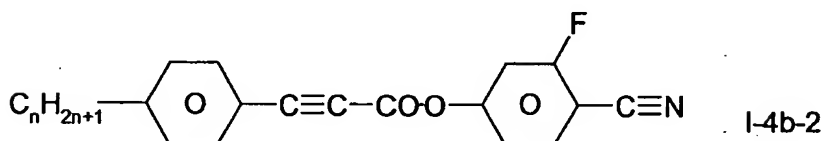
10



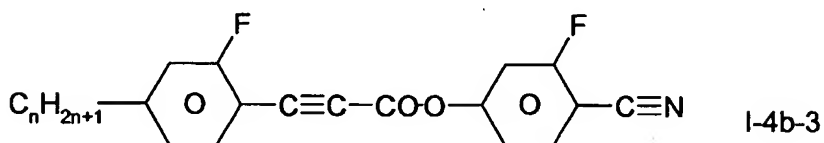
15



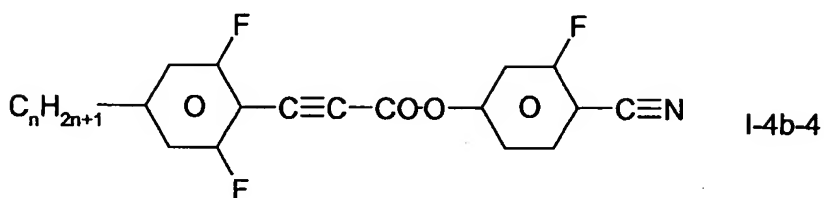
20



25

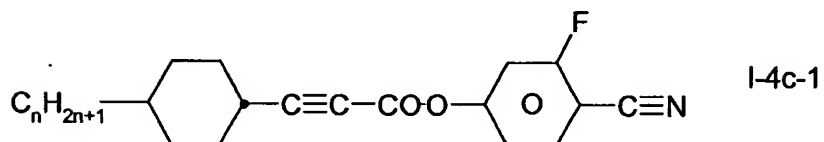


30



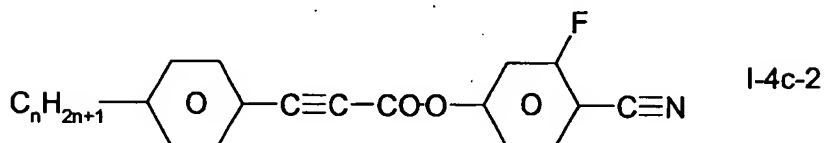
35

40

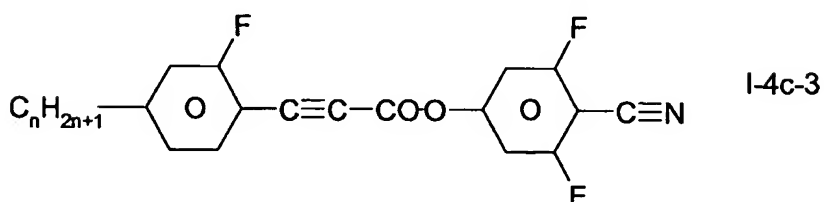


45

50



55

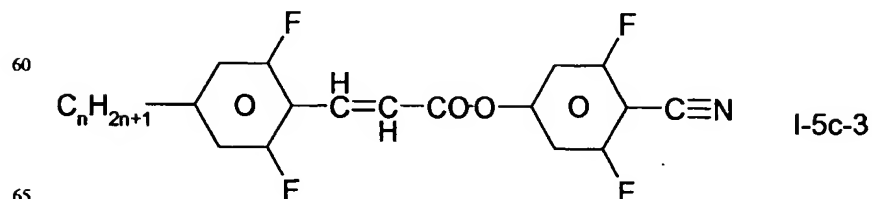
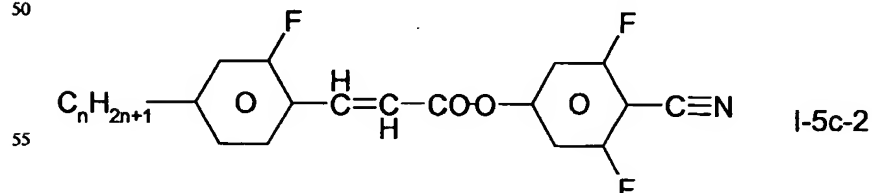
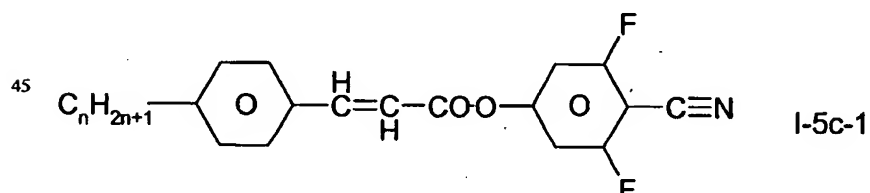
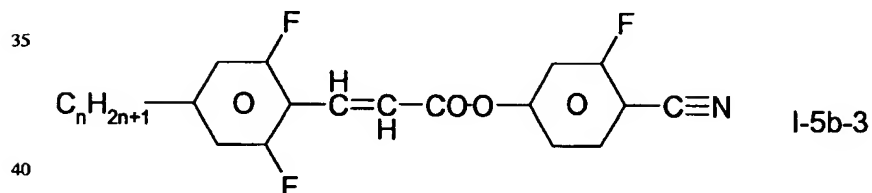
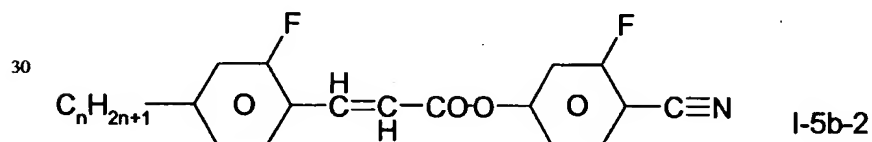
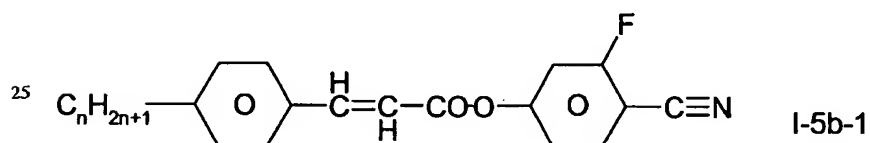
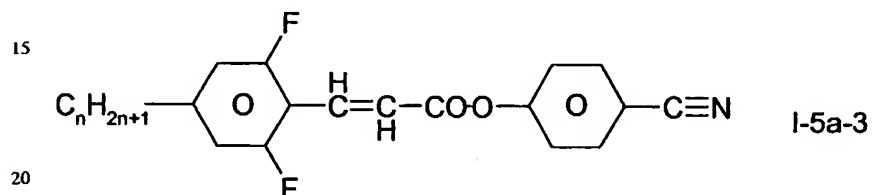
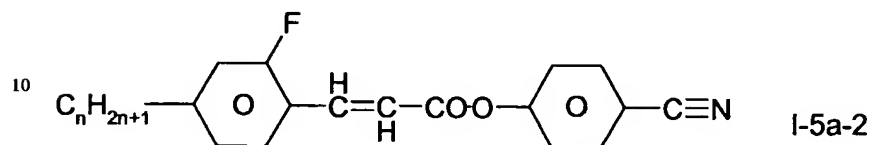
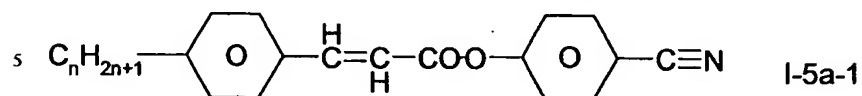


60

65

worin n eine ganze Zahl von 0 bis 7, bevorzugt von 0 bis 5 und besonders bevorzugt von 1 bis 5 bedeutet.

[0056] Die Verbindungen der Formeln I-5a bis I-5c sind bevorzugt ausgesucht aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln I-5a-1b bis I-5a-3, I-5b-1 bis I-5b-3 und I-5c-1 bis I-5c-3.

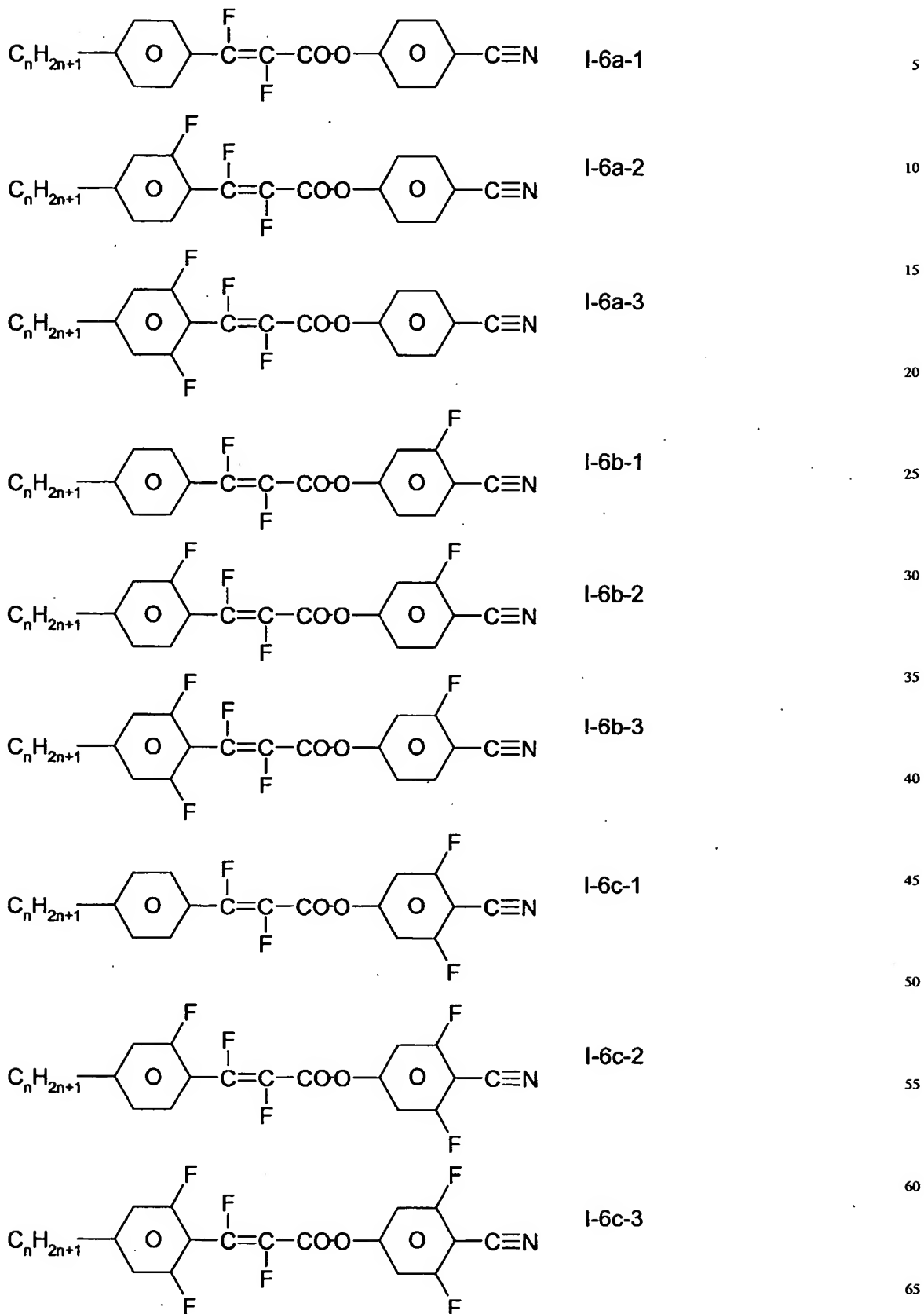


worin n eine ganze Zahl von 0 bis 7, bevorzugt von 0 bis 5 und besonders bevorzugt von 1 bis 5 bedeutet.

[0057] Die Verbindungen der Formeln I-6a bis I-6c sind bevorzugt ausgesucht aus der Gruppe der Verbindungen der

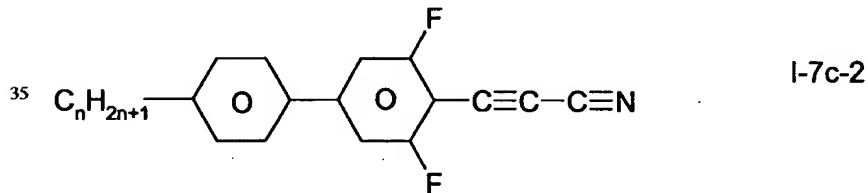
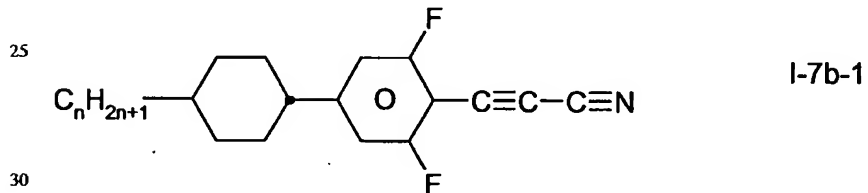
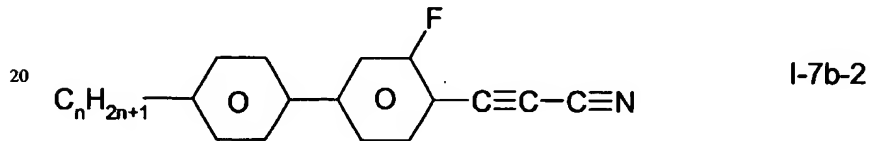
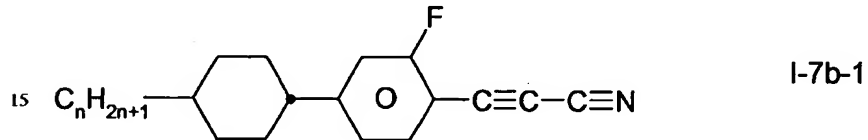
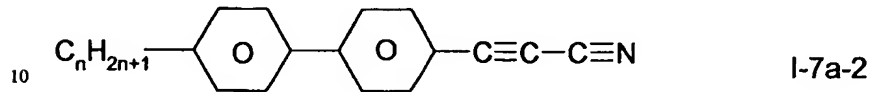
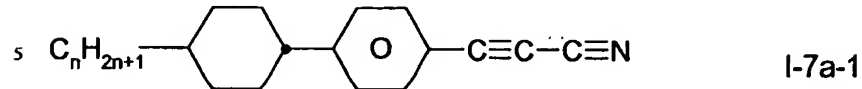


Formeln I-6a-1 bis I-6a-3, I-6b-1 bis I-6b-3 und I-6c-1 bis I-6c-3.



worin n eine ganze Zahl von 0 bis 7, bevorzugt von 0 bis 5 und besonders bevorzugt von 1 bis 5 bedeutet.

[0058] Die Verbindungen der Formeln I-7a bis I-7c sind bevorzugt ausgesucht aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln I-7a-1 und I-7a-2, I-7b-1 und I-7b-2 und I-7c-1 und I-7c-2.



40 worin n eine ganze Zahl von 0 bis 7, bevorzugt von 0 bis 5 und besonders bevorzugt von 1 bis 5 bedeutet.

[0059] Besonders bevorzugt enthalten die erfindungsgemäßen Medien eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II-1c-1, II-2c-1, II-3b-1, II-4b-1 und II-5b-1.

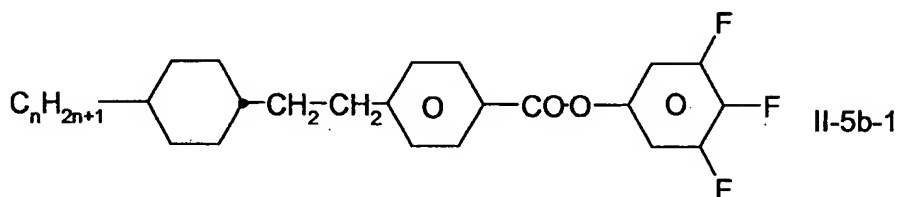
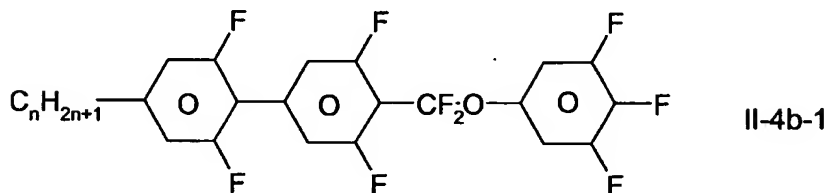
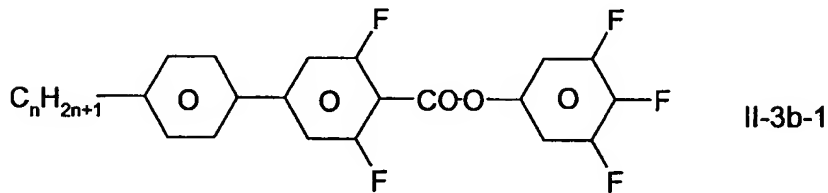
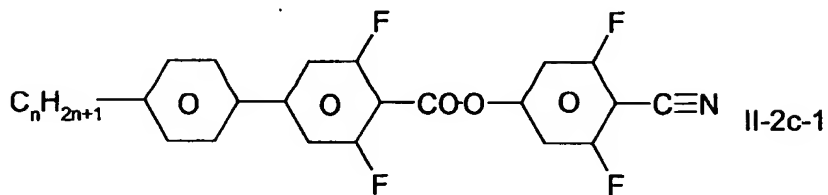
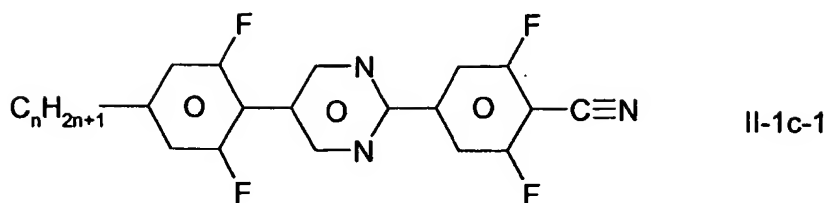
45

50

55

60

65



worin n eine ganze Zahl von 0 bis 7, bevorzugt von 0 bis 5 und besonders bevorzugt von 1 bis 5 bedeutet.

[0060] Bevorzugt enthalten die erfindungsgemäßen Medien eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln I-1 bis I-7 und eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II-1 bis II-5.

[0061] In der folgenden Tabelle sind einige Beispiele von Verbindungen der besonders bevorzugten Formeln zusammengestellt, die sich besonders zur Herstellung erfindungsgemäßer Medien eignen zusammengestellt.

## Beispiele bevorzugter Verbindungen

5	Nr.	Formel	N	m	Phasenbereich
	1	I-1a-3	1	-	K 93 I
	2	I-1a-4	4	-	K 63 I
10	3	I-1a-4	5	-	K 71 N (53,3) I
	4	I-1a-4	7	-	K 46 N 51,4 I
	5	I-1a-5	1	-	K 82 N (45,3) I
15	6	I-1a-5	2	-	K 77 N (49,3) I
	7	I-1a-5	3	-	K 53 N (17,9) I
	8	I-1a-6	-	1	K 64 I
20	9	I-1b-2	1	3	K 42 I
	10	I-1b-3	2	-	K 59 I
	11	I-1b-3	3	-	K 49 I
25	12	I-1b-3	4	-	K 44 I
	13	I-1b-3	5	-	K 42 N (-17,0) I
30	14	I-1b-5	1	0	K 63 I
	15	I-1b-6	3	-	K 69 I
	16	I-1b-7	5	-	K 94 I
35	17	I-1b-8	3	-	K 54 I
	18	I-1b-9	3	-	K 76 I
	19	I-1b-9	4	-	K 41 I
40	20	I-1c-1	2	-	K 46 I

45

50

55

60

65

# DE 102 17 273 A 1

Nr.	Formel	N	m	Phasenbereich
21	I-1c-1	3	-	K 57 I
22	I-1c-2	0	0	K 41 I
23	I-1c-2	1	0	K 43 I
24	I-1c-3	5	-	K 46 I
25	I-1c-4	1	-	K 51 I
26	I-1c-4	3	-	K 67 I
27	I-1c-5	2	-	K 43 I
28	I-1c-5	3	-	K 43 I
29	I-1c-6	5	-	K 23 I
30	I-1c-7	0	2	K 64 I
31	I-1c-8	4	-	K 78 I
32	I-1c-8	5	-	K 78 I
33	I-1c-9	4	-	K 85 I
34	I-1d-1	5	-	K 84 I
35	I-1d-5	3	-	K 85 I
36	I-1d-5	5	-	K 36 I
37	I-1e-1	3	-	K 117 I
38	I-2a-3	2	-	K 77 N (43,1) I
39	I-2a-3	3	-	K 100 N (46) I
40	I-2b-1	2	-	K 78 N (11) I
41	I-2b-1	3	-	K 70 N (19) I
42	I-2b-1	4	-	K 13 N (6,7) I
43	I-2b-1	5	-	K 30 N (23,8) I
44	I-2b-1	6	-	K 35 N (17) I
45	I-2b-1	7	-	K 29 N (28) I
46	I-2b-2	4	-	K 33 I
47	I-2b-3	4	-	K 57 N (21,8) I
48	I-2b-4	3	-	K 55 I
49	I-2b-4	4	-	K 49 I
50	I-2b-4	5	-	K 46 I

	Nr.	Formel	N	m	Phasenbereich
5	51	I-2b-5	3	-	K 67 I
	52	I-2b-5	5	-	K 41 I
	53	I-2b-5	6	-	T <sub>g</sub> -59 K 31 N (-30) I
10	54	I-2b-6	-	2	nicht bestimmt
	55	I-2b-7	3	-	K 59 I
	56	I-2b-7	4	-	K 39 I
15	57	I-2b-7	5	-	K 31 I
	58	I-2b-8	4	-	K 47 I
	59	I-2b-9	4	-	T <sub>g</sub> -57 K 19 I
20	60	I-2c-1	3	-	K 61 I
	61	I-2c-2	5	-	K 31 I
	62	I-2c-3	3	-	K 77 I
25	63	I-2c-3	5	-	K 47 I
	64	I-2c-4	0	1	K 77 I
	65	I-2c-4	0	2	K 37 N (8,2) I
30	66	I-2c-4	0	3	nicht bestimmt
	67	I-2c-5	4	-	K 52 I
	68	I-2c-6	4	-	K 70 I
35	69	I-2c-7	0	2	K 47 N (1,0) I
	70	I-2c-9	3	-	K 52 I
40	71	I-2c-9	4	-	K 39 I
	72	I-2c-9	5	-	K 39 I
	73	I-2c-10	4	-	K 60 I
45	74	I-2c-11	3	-	K 50 I
	75	I-2c-12	4	-	K 56 I
	76	I-2c-13	3	-	K 80 I
50	77	I-2c-13	4	-	K 59 I
	78	I-2c-14	-	2	K 60 I
	79	I-2c-15	3	-	K 69 I
55	80	I-2c-15	4	-	K 47 I

60

65

Nr.	Formel	N	m	Phasenbereich
81	I-2c-15	5	-	K 33 I
82	I-2c-16	4	-	$T_g - 54 X_1 - 35 X_2 - 7 I$
83	I-2c-17	4	-	K 78 N (50,8) I
84	I-2c-17	5	-	K 72 N (55,0) I
85	I-3b-4	2	-	K 35 I
86	I-3c-1	3	-	$T_g - 72 K 17 N (-18) I$
87	I-4b-1	3	-	K 50 I
88	I-4c-1	3	-	$T_g - 47 K 30 I$
89	I-4c-2	3	-	$T_g - 37 K 63 I$
90	I-4c-2	5	-	$T_g - 46 K 56 I$
91	I-5b-3	3	-	K 75 N (68,0) I
92	I-6a-1	3	-	K 56 N 65,1 I
93	I-6c-1	2	-	K 76 I
94	I-7b-1	2	-	K 39 N 46,4 I
95	I-7c-1	2	-	K 44 I
96	I-7c-2	0	0	K 61 N (48,8) I
97	I-7c-2	0	2	K 57 N 78,9 I
98	I-7c-4	3	-	K 75 N (51,0) I
99	I-7c-4	5	-	K 61 N (48,8) I
100	II-1c-1	5	-	K 85 N (75) I
101	II-2c-1	2	-	K 59 N 95,2 I
102	II-3b-1	3	-	K 78 S <sub>A</sub> (55) I
103	II-3b-1	5	-	K 65 S <sub>A</sub> (62) I
104	II-4b-1	2	-	K 82 I
105	II-5b-2	3	-	K 77 I

[0062] Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung mit positiver dielektrischer Anisotropie bestehen besonders bevorzugt überwiegend und ganz besonders bevorzugt nahezu vollständig aus der Komponente A.

[0063] In einer bevorzugten Ausführungsform enthalten die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung mit positiver dielektrischer Anisotropie eine oder mehrere Komponenten ausgewählt aus der Gruppe der Komponenten B bis D, bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe der Komponenten B und D.

[0064] Die Komponente D dieser Medien enthält bevorzugt eine oder mehrere Verbindungen. Die mesogenen Medien mit negativer dielektrischer Anisotropie gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten bevorzugt

- eine Komponente A' bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer stark negativen dielektrischen Anisotropie von -5 oder weniger,
- optional eine Komponente B' bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer moderat negativen di-

elektrischen Anisotropie von  $-1,5$  bis  $< -5$ ,

– optional eine Komponente C' bestehend aus einer oder mehreren dielektrisch neutralen Verbindungen mit einer dielektrischen Anisotropie von  $-1,5$  bis  $+1,5$  und

– gegebenenfalls eine Komponente D' bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer positiven dielektrischen Anisotropie von mehr als  $1,5$ .

[0065] Das mesogene Medium gemäß der vorliegenden Erfindung kann weitere Additive und chirale Dotierstoffe in üblichen Konzentrationen enthalten. Die Gesamtkonzentration dieser weiteren Bestandteile liegt im Bereich von 0% bis 10%, bevorzugt im Bereich von 0,1% bis 6%, bezogen auf die Gesamtmischung. Die Konzentrationen der einzelnen dieser Verbindungen liegen im Bereich von 0,1 bis 3%. Die Konzentration dieser Verbindungen und ähnlicher Bestandteile der Mischung werden bei der Angabe der Konzentrationsbereiche der übrigen Mischungsbestandteile nicht berücksichtigt.

[0066] Die Medien werden auf übliche Weise aus den Verbindungen erhalten. Zweckmäßiger Weise werden die Verbindungen die in geringerer Menge eingesetzt werden in den in größerer Menge eingesetzten Verbindungen gelöst. Wird die Temperatur während des Mischvorgangs über den Klärpunkt der überwiegenden Komponente erhöht, kann die Vollständigkeit der Auflösung leicht beobachtet werden. Die erfindungsgemäßen Medien können jedoch auch auf andere Weisen hergestellt werden. So durch den Einsatz von Vormischungen. Als Vormischungen könne unter anderem Homologenmischungen und/oder eutektische Mischungen eingesetzt werden. Die Vormischungen können aber auch bereits selbst einsatzfähige Medien sein. Dies ist bei sogenannten Zwei- oder Mehr-Flaschen-Systemen (Englisch: two-bottle or multi-bottle systems) der Fall).

[0067] In der vorliegenden Anmeldung gilt, soweit nicht explizit anders angegeben, das Folgende.

[0068] Dielektrisch positive Verbindungen haben ein  $\Delta\epsilon > 1,5$ , dielektrisch neutrale Verbindungen haben ein  $\Delta\epsilon$  im Bereich  $-1,5 \leq \Delta\epsilon \leq 1,5$  und dielektrisch negative Verbindungen haben ein  $\Delta\epsilon < -1,5$ . Die selben Definitionen gelten auch für Komponenten von Mischungen und für Mischungen.

[0069] Die dielektrische Anisotropie  $\Delta\epsilon$  der Verbindungen wird bei 1 kHz und 20°C durch Extrapolation der Werte einer 10%igen Lösung der jeweiligen Verbindung in einer Wirtsmischung auf einen Anteil der jeweiligen Verbindung von 100% bestimmt. Die Kapazitäten der Testmischungen werden sowohl in einer Zelle mit homeotroper, als auch in einer Zelle mit homogener Randorientierung bestimmt. Die Schichtdicke beider Zellentypen beträgt circa 20  $\mu\text{m}$ . Zur Messung wird eine Rechteckwelle mit einer Frequenz von 1 kHz und einer effektiven Spannung (rms, Englisch: root mean square) von typischer Weise 0,2 V bis 1,0 V verwendet. In jedem Fall ist die verwendete Spannung niedriger als die kapazitive Schwelle der jeweils untersuchten Mischung.

[0070] Für dielektrisch positive Verbindungen wird die Mischung ZLI-4792 und für dielektrisch neutrale, sowie für dielektrisch negative Verbindungen, die Mischung ZLI-3086, beide von Merck KGaA, Deutschland, als Wirtsmischung verwendet.

[0071] Der Begriff Schwellenspannung bedeutet in der vorliegenden Anmeldung die optische Schwelle und wird für einen relativen Kontrast von 10% ( $V_{10}$ ) angegeben. Die Mittgrauspannung und die Sättigungsspannung werden ebenfalls optisch bestimmt und für einen relativen Kontrast von 50%, bzw. von 90% angegeben. Die kapazitive Schwellenspannung ( $V_0$ ), auch Freedericksz-Schwelle genannt, angegeben, so wird dies explizit angegeben.

[0072] Die angegebenen Bereiche von Werten schließen die Grenzwerte ein.

[0073] Die Konzentrationen sind in Massen-% gegeben und beziehen sich auf die vollständige Mischung. Temperaturen sind in Grad Celsius und Temperaturdifferenzen in Differenzgrad Celsius angegeben. Alle physikalischen Eigenschaften wurden bestimmt wie in "Merck Liquid Crystals, Physical Properties of Liquid Crystals", Stand Nov. 1997, Merck KGaA, Deutschland und sind für eine Temperatur von 20°C angegeben. Die optische Anisotropie ( $\Delta n$ ), auch Doppelbrechung genannt, wird bei einer Wellenlänge von 589,3 nm bestimmt. Die dielektrische Anisotropie ( $\Delta\epsilon$ ) wird bei einer Frequenz von 1 kHz bestimmt.

[0074] In einer Aufzählung alternativer Möglichkeiten bedeutet bei Angabe nur des Plurals dieser auch den Singular.

[0075] Im Zusammenhang mit Angaben zur Zusammensetzung der Medien, bzw. ihrer Komponenten, bedeutet

– "enthalten", dass die Konzentration des jeweiligen genannten Materials, also der Komponente oder der Verbindung, in der Bezugseinheit, also dem Medium bzw. der Komponente, bevorzugt 10% oder mehr, besonders bevorzugt 20% oder mehr und ganz besonders bevorzugt 30% oder mehr beträgt,

– "überwiegend bestehen aus", dass die Konzentration des genannten Materials in der Bezugseinheit bevorzugt 50% oder mehr, besonders bevorzugt 60% oder mehr und ganz besonders bevorzugt 70% oder mehr beträgt und

– "nahezu vollständig bestehen aus", dass die Konzentration des genannten Materials in der Bezugseinheit bevorzugt 80% oder mehr, besonders bevorzugt 90% oder mehr und ganz besonders bevorzugt 95% oder mehr beträgt.

[0076] Die dielektrischen Eigenschaften, elektrooptischen Eigenschaften (z. B. die Schwellenspannungen) und die Schaltzeiten wurden in bei der Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland hergestellten Testzellen, bestimmt. Die Testzellen zur Bestimmung von  $\Delta\epsilon$  hatten eine Schichtdicke von 22  $\mu\text{m}$  und eine kreisförmige Elektrode aus Indiumzinnoxid (ITO) mit einer Fläche von 1,13  $\text{cm}^2$  und einem Schutzring. Für homeotrope Orientierung zu Bestimmung von  $\epsilon_{\parallel}$  wurden Zellen mit einer homeotrop orientierenden Polyimid-Orientierungsschicht verwendet. Alternativ kann Lezithin (Merck KGaA) als Orientierungsmittel verwendet. Die Zellen zur Bestimmung von  $\epsilon_{\perp}$  hatten Orientierungsschichten aus dem Polyimid AL-1054 der Firma Japan Synthetic Rubber, Japan. Die Kapazitäten wurden in der Regel mit einem Frequenzanalysator Solatron 1260 mit einer Rechteckwelle mit einer Effektivspannung von 0,3  $V_{\text{rms}}$  gemessen. Die elektrooptischen Untersuchungen wurden mit weißem Licht durchgeführt. Die charakteristischen Spannungen wurden unter senkrechter Beobachtung bestimmt.

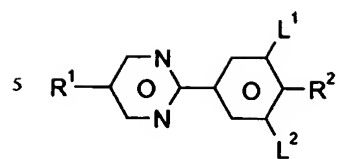
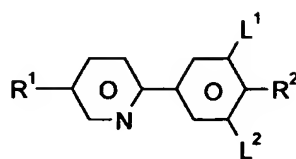
[0077] In der vorliegenden Anmeldung, besonders in den im folgenden beschriebenen Beispielen werden die Strukturen der chemischen Verbindungen mittels Abkürzungen angegeben. Die Bedeutung der jeweiligen Abkürzungen ist in



den folgenden Tabellen A und B zusammengestellt. Alle Gruppen  $C_nH_{2n+1}$  und  $C_mH_{2m+1}$  sind geradkettige Alkylgruppen mit  $n$  bzw.  $m$  C-Atomen. Tabelle B ist aus sich selbst heraus verständlich, da sie jeweils die vollständige Abkürzung für eine Formel homologer Verbindungen angibt. In Tabelle A sind nur die Abkürzungen für die Kernstrukturen der Verbindungstypen zusammengestellt. Die Abkürzungen für die jeweiligen einzelnen Verbindungen setzen sich aus der jeweils zutreffenden dieser Abkürzungen für den Kern der Verbindung und der mittels einem Bindestrich angehängten Abkürzung für die Gruppen  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $L^1$  und  $L^2$  gemäß folgender Tabelle zusammen.

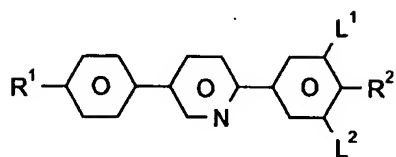
Abkürzung für	$R^1$	$R^2$	$L^1$	$L^2$	
$R^1, R^2, L^1, L^2$					10
nm	$C_nH_{2n+1}$	$C_mH_{2m+1}$	H	H	
nOm	$C_nH_{2n+1}$	$OC_mH_{2m+1}$	H	H	
nO.m	$OC_nH_{2n+1}$	$C_mH_{2m+1}$	H	H	15
n	$C_nH_{2n+1}$	CN	H	H	
nN.F	$C_nH_{2n+1}$	CN	H	F	20
nN.F.F	$C_nH_{2n+1}$	CN	F	F	
nON.F.F	$OC_nH_{2n+1}$	CN	F	F	
nOF	$OC_nH_{2n+1}$	F	H	H	25
nCl	$C_nH_{2n+1}$	Cl	H	H	
nCl.F	$C_nH_{2n+1}$	Cl	H	F	30
nCl.F.F	$C_nH_{2n+1}$	Cl	F	F	
nF	$C_nH_{2n+1}$	F	H	H	
nF.F	$C_nH_{2n+1}$	F	H	F	35
nF.F.F	$C_nH_{2n+1}$	F	F	F	
NmF	$C_nH_{2n+1}$	$C_mH_{2m+1}$	F	H	40
nCF <sub>3</sub>	$C_nH_{2n+1}$	CF <sub>3</sub>	H	H	
nOCF <sub>3</sub>	$C_nH_{2n+1}$	OCF <sub>3</sub>	H	H	
nOCF <sub>3</sub> .F	$C_nH_{2n+1}$	OCF <sub>3</sub>	H	F	45
nOCF <sub>3</sub> .F.F	$C_nH_{2n+1}$	OCF <sub>3</sub>	F	F	
nOCF <sub>2</sub>	$C_nH_{2n+1}$	OCHF <sub>2</sub>	H	H	
nOCF <sub>2</sub> .F	$C_nH_{2n+1}$	OCHF <sub>2</sub>	H	F	50
nOCF <sub>2</sub> .F.F	$C_nH_{2n+1}$	OCHF <sub>2</sub>	F	F	
nS	$C_nH_{2n+1}$	NCS	H	H	
nS.F	$C_nH_{2n+1}$	NCS	H	F	55
nS.F.F	$C_nH_{2n+1}$	NCS	F	F	
rVsN	$C_rH_{2r+1}-CH=CH-C_sH_{2s}-$	CN	H	H	60
rOsN	$C_rH_{2r+1}-O-C_sH_{2s}-$	CN	H	H	
nAm	$C_nH_{2n+1}$	$COOC_mH_{2m+1}$	H	H	65

Tabelle A

**PYP****PYRP**

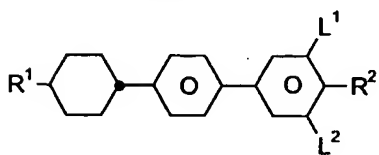
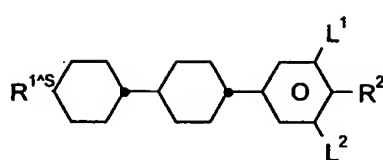
10

15

**PPYRP**

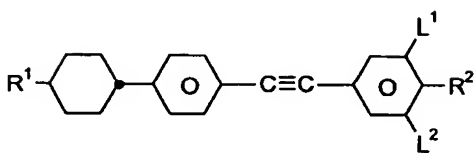
20

25

**BCH****CCP**

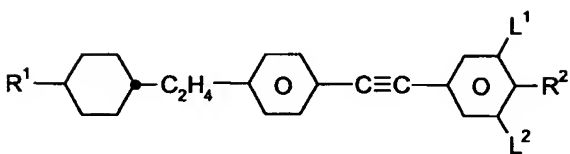
30

35

**CPTP**

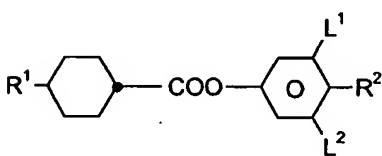
40

45

**CEPTP**

50

55

**D**

60

65

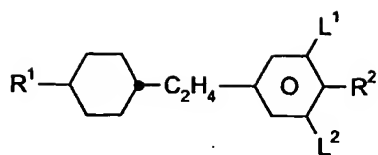
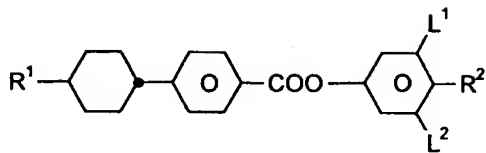
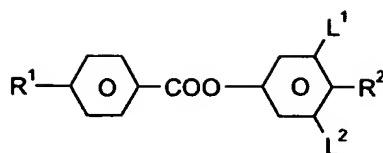
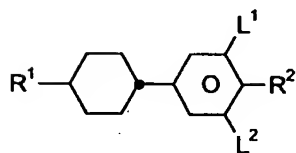
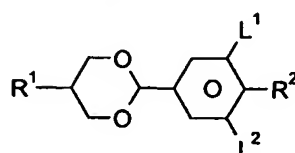
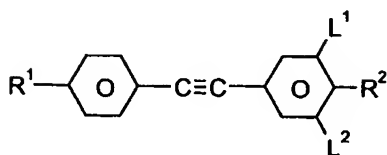
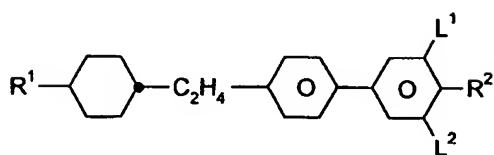
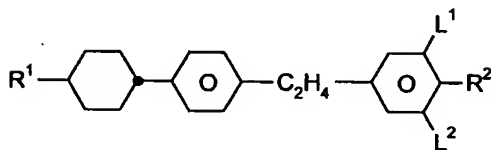
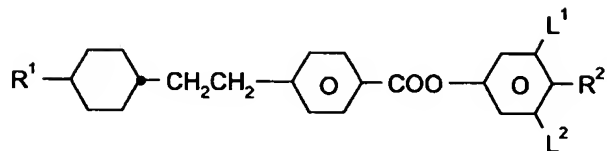
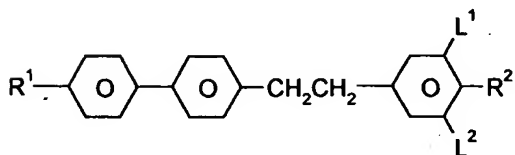
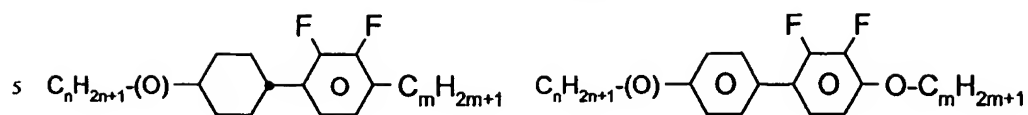
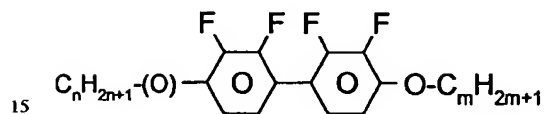
**EPCH****HP****ME****PCH****PDX****PTP****BECH****EBCH****EHP****ET**

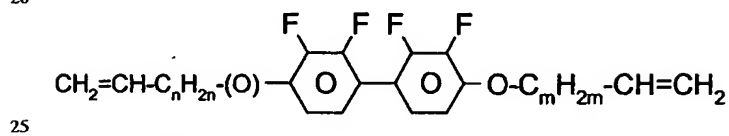
Tabelle B

**PCH-n(O)mFF****PY-n(O)-Om**

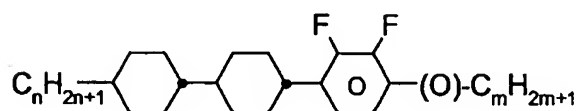
10

**YY-n(O)-Om**

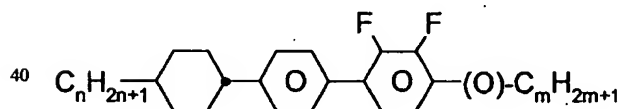
20

**YY-Vn(O)-OmV**

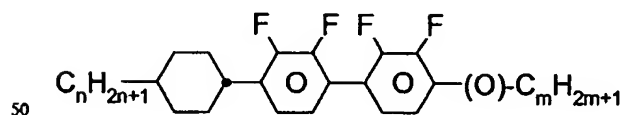
30



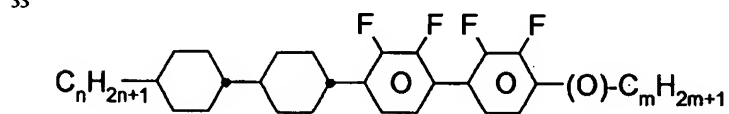
35

**CCP-n(O)mFF**

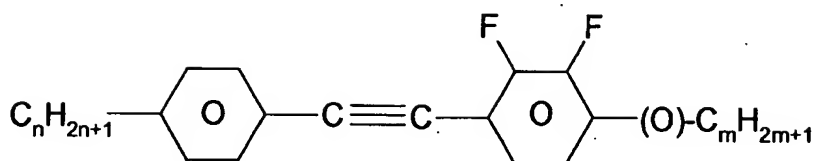
45

**CPY-n(O)-m****CYY-n(O)m**

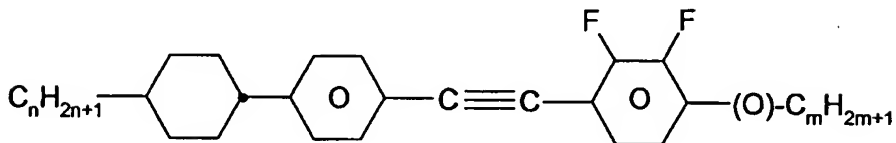
55

**CCYY-n(O)m**

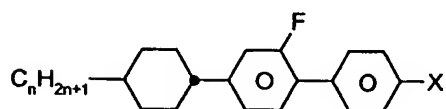
65



**PTP-n(O)mFF**

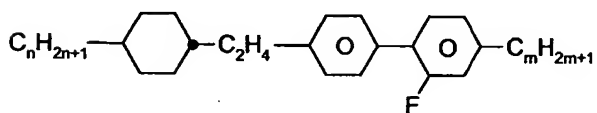


**CPTP-n(O)mFF**

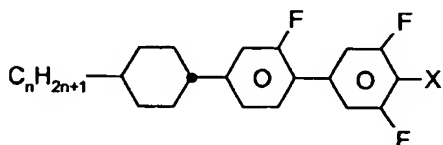


**CGP-n-X**

(X = besonders F, Cl, CN, NCS)

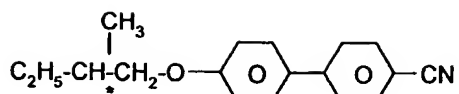
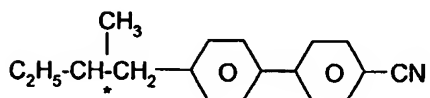
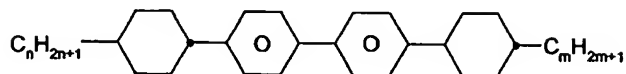
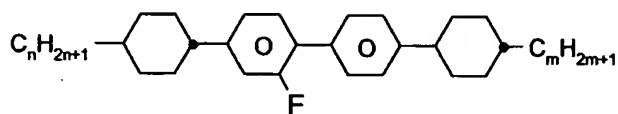
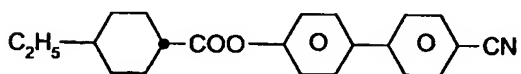
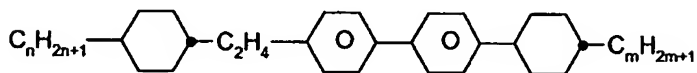
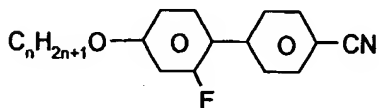
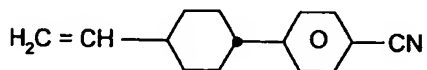


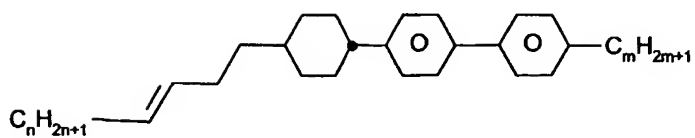
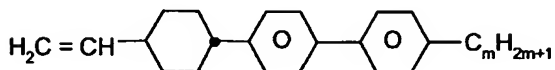
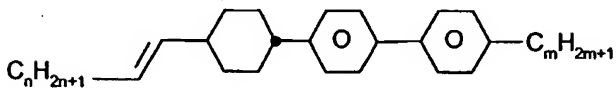
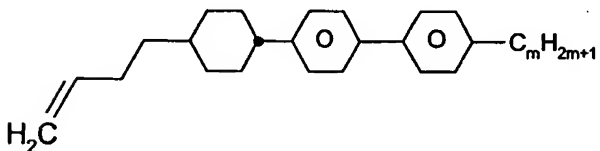
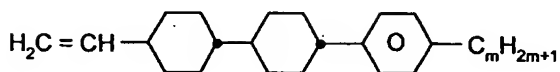
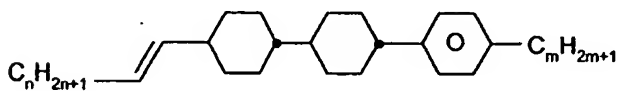
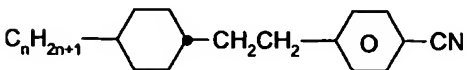
**Inm**

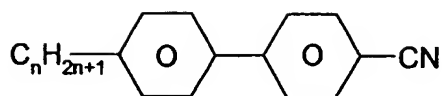
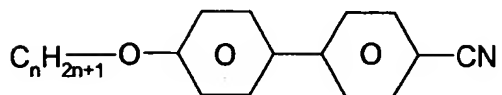
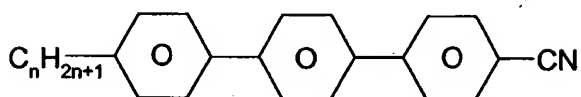
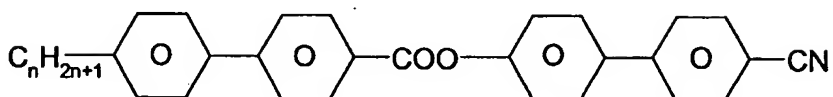
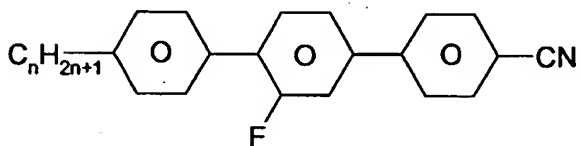
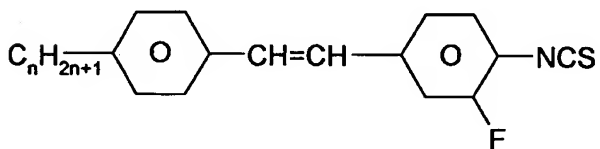


**CGU-n-X**

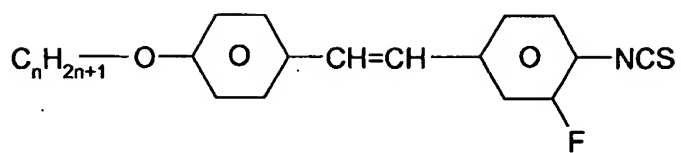
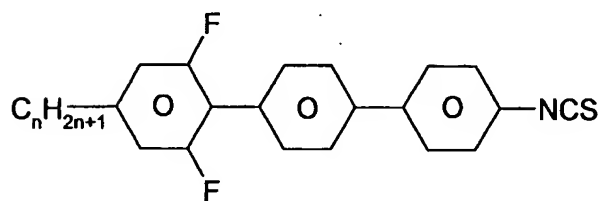
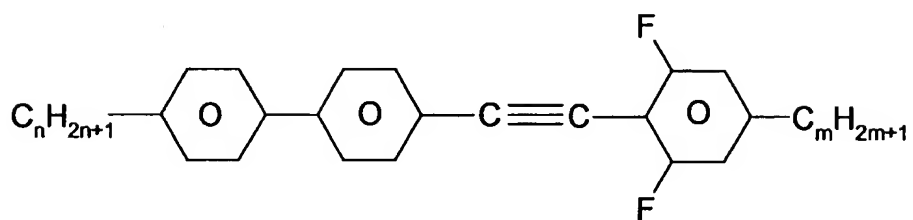
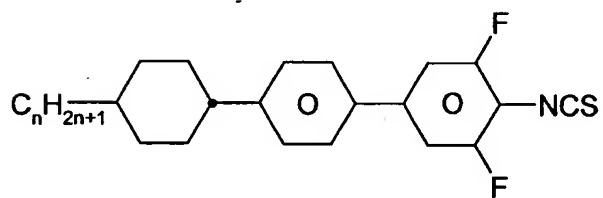
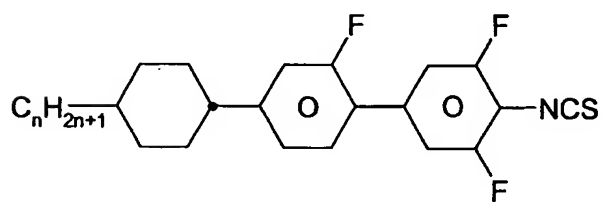
(X = besonders F, Cl, CN, NCS)

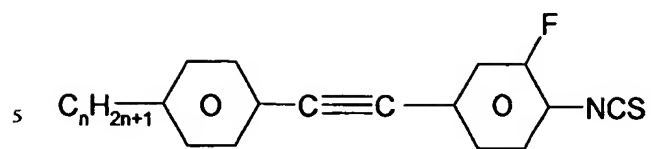
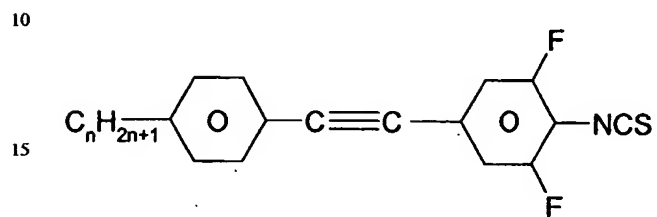
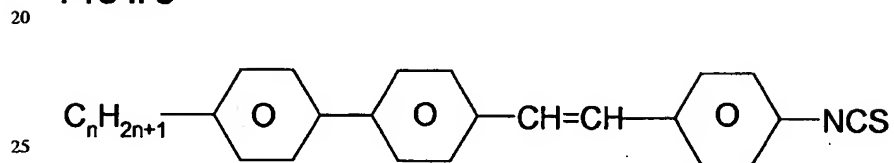
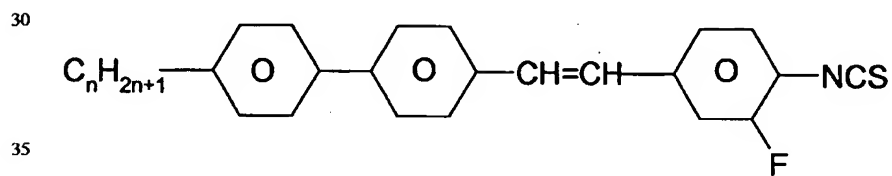
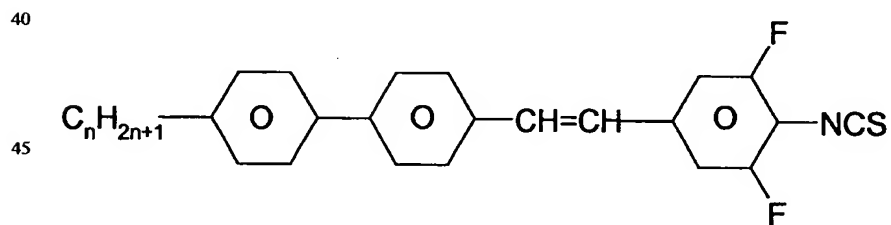
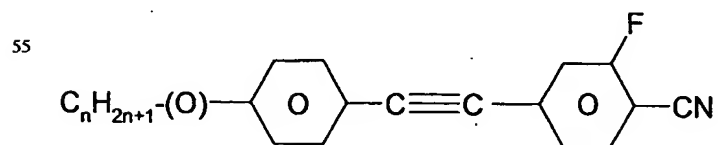
**C15****CB15****CBC-nm****CBC-nmF****CHE****ECBC-nm****GP-nO-N****CP-V-N**

**CPP-nV2-m****CPP-V-m****CPP-nV-m****CPP-V2-m****CCP-V-m****CCP-nV-m****G3n**

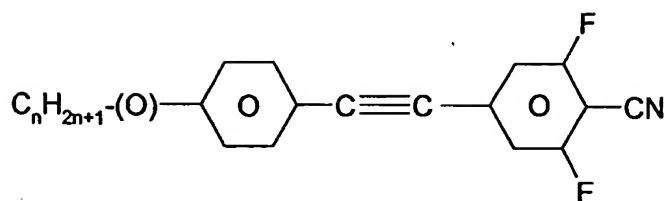
**K3-n****M3-n****T3-n****BB3-n****PGIP-n-N****PVG-n-S**



**PVG-nO-S****UPP-n-S****PPTUI-n-m****CPU-n-S****CGU-n-S**

**PTG-n-S****PTU-n-S****PPVP-n-S****PPVG-n-S****PPVU-n-S****PTG-n(O)-N**

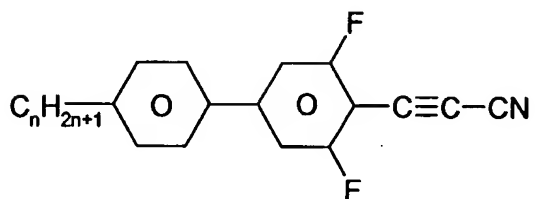
65



5

**PTU-n(O)-N**

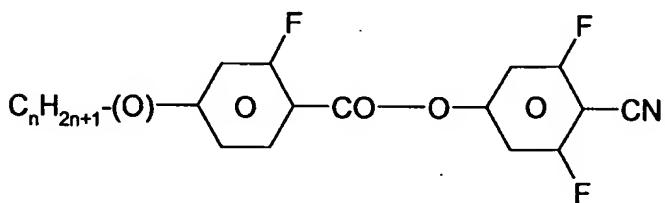
10



15

**PU-n-AN**

20

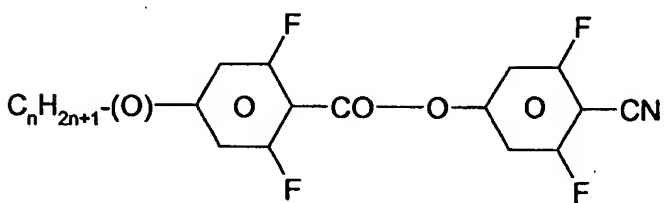


25

30

**GZU-n(O)-N**

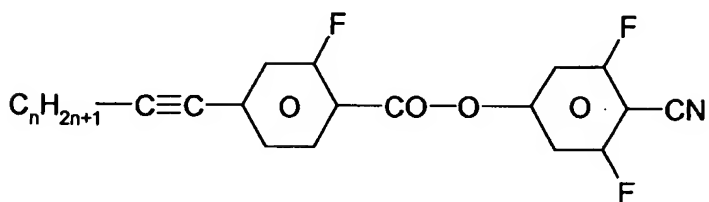
35



40

**UZU-n(O)-N**

45



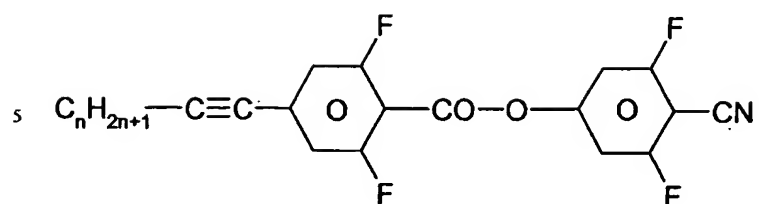
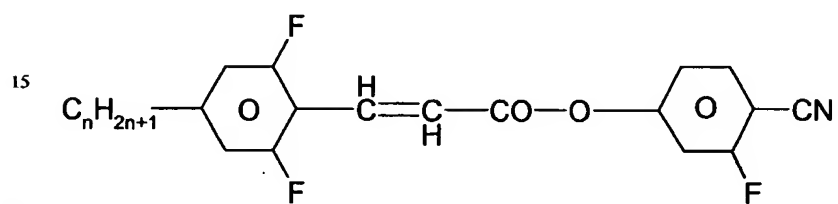
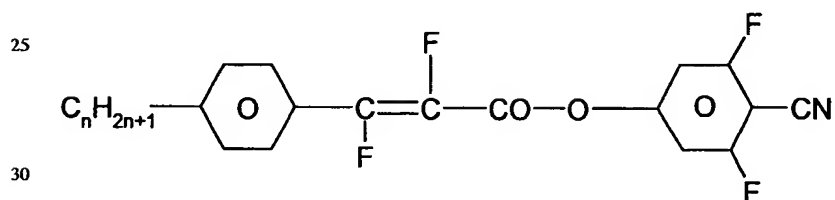
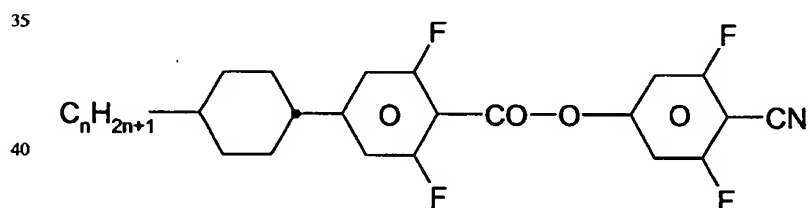
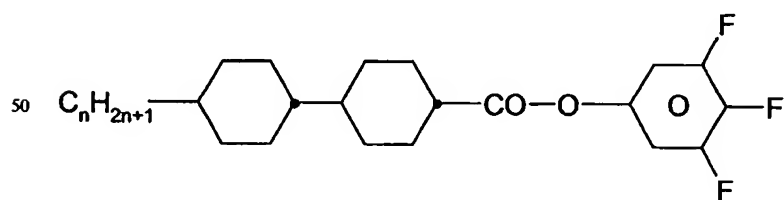
50

**GZU-nA-N**

55

60

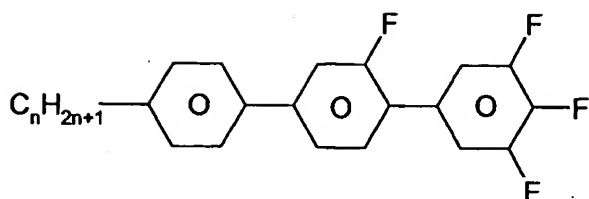
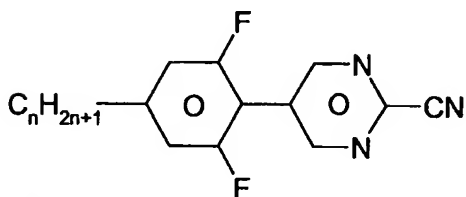
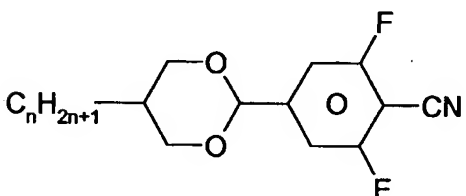
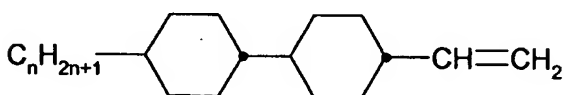
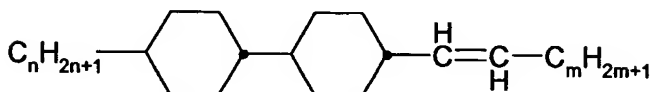
65

10 **UZU-nA-N**20 **UVZG-n-N**30 **PWZU-3-N**40 **CUZU-n-N**50 **CCZU-n-F**

55

60

65

**PGU-n-F****UM-n-N****DU-n-N****CC-n-V****CC-n-Vm**

[0078] Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Anmeldung enthalten bevorzugt

- vier oder mehr, bevorzugt sechs oder mehr, Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabellen A und B und/oder
- fünf oder mehr Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabelle B und/oder
- zwei oder mehr Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabelle A.

#### Beispiele

[0079] Die im Folgenden beschriebenen Beispiele illustrieren die vorliegende Erfindung ohne sie in irgend einer Art zu beschränken. Ferner zeigen sie dem Fachmann, welche Eigenschaften und insbesondere welche Eigenschaftskombinationen mit der vorliegenden Erfindung erreicht werden können.

## Beispiel 1

[0080] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
ME2N.F	3,0
ME3N.F	3,0
ME4N.F	8,0
MESN.F	8,0
UM-3-N	4,0
PTG-3-N	8,0
PTG-5-N	8,0
PTU-40-N	8,0
PU-3-AN	8,0
PU-5-AN	8,0
PGU-2-F	10,0
PGU-3-F	10,0
PGU-5-F	10,0
HP-3N.F	4,0
$\Sigma$	100,0

[0081] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt ( $T(N,I)$ )/°C: 23,8

$n_e$  (20°C, 589,3 nm): 1,6971

$\Delta n$  (20°C, 589,3 nm): 0,1456

$e_{||}$  (20°C, 1 kHz): 47,4

$\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz): 27,3

[0082] Eine elektrooptische Testzelle mit einem Lichtschaltelement enthaltend die Flüssigkristallmischung wurde hergestellt. Die Substrate bestanden aus Glas. Es wurden Substrate ohne Orientierungsschicht verwendet. Die Elektrodenstruktur bestand aus ineinander verzahnten kammförmigen Elektroden. Die Breite der Elektroden betrug 20  $\mu\text{m}$  und der Abstand der Elektroden voneinander betrug 10  $\mu\text{m}$ . Die Schichtdicke der Elektroden betrug 60 nm. Die Elektroden befanden sich alle in einer gemeinsamen Ebene. Die Schichtdicke des Steuermediums betrug 6,8  $\mu\text{m}$ .

[0083] Es wurde ein erster Polarisator vor und ein zweiter Polarisator (Analysator) hinter der Zelle benutzt. Die Absorptionsachsen der beiden Polarisatoren bildeten einen Winkel von 90° zueinander. Der Winkel zwischen der Achse der maximalen Absorption der Polarisatoren und der Komponente des elektrischen Felds in der Ebene der Anzeige betrug jeweils 45°. Die Spannungs-Transmissions-Kennlinie wurde mit einem elektrooptischen Messplatz DMS 703 der Firma Autronic-Melchers, Karlsruhe, Deutschland bestimmt. Die Betriebstemperatur betrug 24,0°C. Bei senkrechter Beobachtung wurde eine Kurve erhalten wie sie für eine Zelle mit elektrisch kontrollierter Doppelbrechung (z. B. ECB) typisch ist. Der Wert der Schwellenspannung ( $V_{10}$ ) lag bei 41 V, der Wert der Mittgrauspannung ( $V_{50}$ ) bei 68 V und der Wert der Sättigungsspannung ( $V_{90}$ ) bei 80 V.

## Beispiel 2

[0084] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
UM-3-N	10,0
PYP-3N.F.F	15,0
HP-3N.F	10,0
CUZU-2-N	10,0
CUZU-3-N	10,0
UVZG-3-N	10,0
GZU-40-N	10,0
GZU-4-N	1,0
GZU-3A-N	12,0
UZU-3A-N	12,0
$\Sigma$	100,0

[0085] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt ( $T(N,I)$ )/°C: 24,8

$n_e$  (21°C, 589,3 nm): 1,6372

$\Delta n$  (21°C, 589,3 nm): 0,1122

[0086] Wie bei Beispiel 1 wurde eine elektro-optische Anzeige realisiert und deren Kennlinie vermessen. Die Temperatur betrug 26,5°C. Die Kennlinie ist in Abb. 1 dargestellt. Die Kennlinie beginnt bei niedriger Spannung mit einer relativen Intensität von 0% und steigt mit steigender Spannung an. Der Wert der Schwellenspannung ( $V_{10}$ ) lag bei 34 V, der Wert der Mittgrauspannung ( $V_{50}$ ) bei 53 V und der Wert der Sättigungsspannung ( $V_{90}$ ) bei 64 V. Bei einer Spannung von

69 V ist das Maximum der Intensität erreicht. Danach fällt die relative Intensität ab bis zu einem Wert von ca. 14% bei einer Spannung von 130 V. Anschließend steigt die relative Intensität wieder an. Bei einer Spannung von 200 V wird wieder eine relative Intensität von 65% erreicht.

[0087] Die Schaltzeiten der Zellen wurden ebenfalls mit dem DMS 703 gemessen. Hierzu wurde wegen der kleinen Werte der Schaltzeiten der standardmäßig verwendete Hochfrequenzfilter ausgeschaltet. Bei Schalten zwischen verschiedenen Graustufen sind sowohl die Schaltzeit für das Ausschalten, als auch die für das Einschalten kleiner als 50  $\mu$ s. Hierzu wurde die Zelle jeweils von der Spannung  $V_{10}$  jeweils auf  $V_{90}$ ,  $V_{80}$ ,  $V_{50}$  und  $V_{20}$ , von  $V_{20}$  auf  $V_{90}$ ,  $V_{80}$ , und von  $V_{50}$  auf  $V_{90}$  und  $V_{80}$  und von  $V_{80}$  auf  $V_{90}$  geschaltet. Die Einschaltzeit vom Zeitpunkt des Einschaltens der neuen Spannung bis zum Erreichen von 90% der jeweiligen maximalen Transmissionsänderung für alle diese Schaltvorgänge, also sowohl für das Ausschalten, als auch für das Einschalten, betrug bei allen verwendeten Ansteuerspannungen im Rahmen der Messgenauigkeit (von 10  $\mu$ s) 50  $\mu$ s.

### Beispiel 3

[0088] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%	
UM-3-N	10,0	
GZU-3A-N	10,0	
UVZG-3-N	10,0	20
PWZU-3-N	7,0	
PU-3-AN	16,0	
PU-5-AN	16,0	
PTG-3-N	15,0	
PTU-4O-N	15,0	25
HP-3N.F	1,0	
$\Sigma$	100,0	

[0089] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 22,9

$n_e$  (19°C, 589,3 nm): 1,7298

$\Delta n$  (19°C, 589,3 nm): 0,1765

[0090] Wie bei Beispiel 1 wurde eine elektro-optische Anzeige realisiert und deren Kennlinie vermessen. Die Temperatur betrug 23,1°C. Verglichen mit den Ergebnissen der Beispiels 2 ist die Kennlinie dieses Beispiels zu deutlich kleineren Spannungen verschoben. Der Wert der Schwellenspannung ( $V_{10}$ ) lag bei 36,5 V, der Wert der Mittgrauspannung ( $V_{50}$ ) bei 55 V und der Wert der Sättigungsspannung ( $V_{90}$ ) bei 61,5 V. Das Maximum lag bei 65 V und das Minimum bei 83 V und ca. 32% relativer Intensität. Bei einer Spannung von 126 V durchläuft die Kurve ein weiteres flacheres Maximum mit einer relativen Intensität von 88% und bei einer Spannung von 200 V beträgt die relative Intensität 52%.

### Beispiel 4

[0091] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%	
UZU-3A-N	12,0	
UZU-5A-N	12,0	
GZU-3A-N	12,0	
GZU-5A-N	11,0	
GZU-3O-N	10,0	50
UVZG-3-N	10,0	
CUZU-2-N	10,0	
CUZU-3-N	10,0	
CUZU-4-N	10,0	
HP-5N.F	3,0	55
$\Sigma$	100,0	

[0092] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 23,7

$n_e$  (20°C, 589,3 nm): 1,6187

$\Delta n$  (20°C, 589,3 nm): 0,0925

[0093] Wie bei Beispiel 1 wurde eine elektro-optische Anzeige realisiert und deren Kennlinie vermessen. Die Temperatur betrug 23,5°C. Die ansteigende Teil der Kennlinie bei kleinen Spannungen für dieses Beispiels liegt bei Spannungen zwischen denen der Beispiel 2 und 3. Der Wert der Schwellenspannung ( $V_{10}$ ) lag bei 41 V, der Wert der Mittgrauspannung ( $V_{50}$ ) bei 55,5 V und der Wert der Sättigungsspannung ( $V_{90}$ ) bei 65 V. Das Maximum lag bei 72 V und das Minimum bei 123 V und 19% relativer Intensität. Bei einer Spannung von 200 V wurde eine relative Intensität von ca. 74% erreicht.

[0094] Für die Anzeige wurden mit dem DMS 703 Isokontrastkurven bei einer Temperatur von 23,7 aufgenommen. Die Ergebnisse sind in der Abb. 2 in Polarkoordinaten dargestellt. Die Spannung wurde von 0 V auf 91 V geschaltet. Die Kontrastverhältnisse wurden über der Halbkugel mit  $\Phi$  (Phi) von 0° bis 360° und  $\Theta$  (Theta) von 0° bis 60° bestimmt. Das maximale Kontrastverhältnis von 36,8 trat bei senkrechter Beobachtung auf. Das minimale Kontrastverhältnis betrug 6,1. Die Isokontrastkurven in der Abbildungen geben von innen nach außen den Verlauf für Kontrastverhältnisse von 20, 15, 10 und 7 wieder. Der Kurvenverlauf ist nahezu zentrumssymmetrisch und ist sehr ähnlich zu dem, den man für IPS-Zellen erhält.

#### Vergleichsbeispiel

[0095] Es wurde eine herkömmliche TN-Anzeigezelle hergestellt. Das verwendete Flüssigkristallmaterial war MLC-6873-100 der Merck KGaA. Die optische Verzögerung betrug 0,50  $\mu\text{m}$ . Es wurden wie in Beispiel 4 beschrieben Isokontrastkurven gemessen. Dabei wurde die TN-Anzeige von einer Spannung von 0 V auf 2,36 V, den zweifachen Wert der Schwellenspannung geschaltet. Die Ergebnisse sind in der Abb. 3 dargestellt. Wie bei dem Anzeigeelement des Beispiels 4 trat auch hier der maximale Kontrast bei senkrechter Beobachtung auf. Das maximale Kontrastverhältnis betrug jedoch nur 29,9. Das minimale Kontrastverhältnis betrug nur 1,0. Ein inverser Kontrast trat unter diesen Ansteuerbedingungen auch bei der TN-Anzeige nicht auf. Bereits hierdurch ist der insgesamt geringere Kontrast im Vergleich zur Abb. 2 des Beispiels 4 erkennbar, ebenso wie die deutlich stärkere Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts. Die Isokontrastkurven in der Abbildungen geben von innen nach außen den Verlauf für Kontrastverhältnisse von 20, 15, 10, 7, 5, 3, und 2 wieder. Der Kurvenverlauf hier nicht zentrumssymmetrisch. Sie liegen außerdem deutlich enger beieinander als in Abb. 2 bei Beispiel 4. Also ist die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts bei diesem Vergleichsbeispiel hier deutlich stärker als bei Beispiel 4.

[0096] Im Folgenden werden weitere Beispiele für erfindungsgemäße mesogene Steuermedien gegeben.

#### Beispiel 5

[0097] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
CGU-2-F	11,0
CGU-3-F	11,0
CGU-5-F	10,0
BCH-3F.F.F	18,0
BCH-5F.F.F	14,0
PGU-2-F	11,0
PGU-3-F	11,0
PGU-5-F	11,0
BCH-32	3,0
$\Sigma$	100,0

[0098] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 23,5

$n_e$  (20°C, 589,3 nm): 1,6138

$\Delta n$  (20°C, 589,3 nm): 0,0854

$e_{11}$  (20°C, 1 kHz): 16,5

$\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz): 9,1

#### Beispiel 6

[0099] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
ME2N.F	10,0
UM-3-N	8,5
PTG-5-N	15,0
PTG-3-N	15,0
PU-3-AN	15,0
PU-5-AN	15,0
PTU-4O-N	15,0
HP-3N.F	6,5
$\Sigma$	100,0

[0100] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 29,6

$n_e$  (20°C, 589,3 nm): 1,7549

$\Delta n$  (20°C, 589,3 nm): 0,2092



$\epsilon_{||}$  (20°C, 1 kHz): 59,2  $\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz): 42,9

## Beispiel 7

[0101] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

5

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
UM-3-N	8,0
GZU-3A-N	8,0
UVZG-3-N	8,0
PWZU-3-N	10,0
PYP-4ON.F.F	6,0
PU-3-AN	15,0
PU-5-AN	15,0
PTG-3-N	15,0
PTU-4O-N	15,0
$\Sigma$	100,0

10

15

## Beispiel 8

20

[0102] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
PTG-3-N	15,0
PTG-5-N	15,0
PTU-4O-N	15,0
PU-5-AN	9,0
PGU-5-F	14,0
HP-3N.F	7,0
HP-5N.F	8,0
DU-2-N	15,0
PCH-3N.F.F	2,0
$\Sigma$	100,0

25

30

35

[0103] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 24,2

$n_e$  (20°C, 589,3 nm): 1,6857

$\Delta n$  (20°C, 589,3 nm): 0,1405

$\epsilon_{||}$  (20°C, 1 kHz): 45,8

$\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz): 27,8

40

## Beispiel 9

45

[0104] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
CCP-2F.F.F	10,0
CCP-3F.F.F	10,0
CCP-5F.F.F	10,0
ME2N.F	10,0
ME3N.F	10,0
ME4N.F	7,0
MESN.F	15,0
DU-2-N	6,0
PCH-5N.F.F	2,0
UM-3-N	10,0
HP-3N.F	10,0
$\Sigma$	100,0

50

55

60

[0105] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 30,1

$n_e$  (20°C, 589,3 nm): 1,6095

$\Delta n$  (20°C, 589,3 nm): 0,1035

$\epsilon_{||}$  (20°C, 1 kHz): 62,6

$\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz): 45,9

65

# DE 102 17 273 A 1

## Beispiel 10

[0106] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

5	Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
	UM-3-N	6,0
	GZU-3A-N	10,0
	UVZG-3-N	12,0
	PWZU-3-N	10,0
10	PU-3-AN	15,0
	PU-5-AN	15,0
	PTG-3-N	15,0
	PTU-4O-N	15,0
	HP-3N.F	2,0
15	$\Sigma$	100,0

[0107] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

$\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz) > 0.

20

## Beispiel 11

[0108] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

25	Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
	CGU-2-F	11,0
	CGU-3-F	11,0
	CGU-5-F	10,0
	BCH-3F.F.F	16,0
30	BCH-5F.F.F	14,0
	PGU-2-F	10,0
	PGU-3-F	10,0
	PGU-5-F	9,0
	PCH-7F	9,0
35	$\Sigma$	100,0

[0109] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 11,5

40  $\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz) > 0

## Beispiel 12

[0110] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

45	Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
	CGU-2-F	12,0
	CGU-3-F	12,0
	CGU-5-F	11,0
50	BCH-3F.F.F	18,0
	BCH-5F.F.F	14,0
	PGU-2-F	11,0
	PGU-3-F	11,0
	PGU-5-F	11,0
55	$\Sigma$	100,0

[0111] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 15,5

60  $\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz) > 0

## Beispiel 13

[0112] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

65	Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
	ME2N.F	3,0

# DE 102 17 273 A 1

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%	
ME3N.F	3,0	
ME4N.F	5,0	
MESN.F	3,0	
UM-3-N	4,0	5
PTG-3-N	8,0	
PTG-5-N	8,0	
PTU-4O-N	7,0	
PU-3-AN	8,0	
PU-5-AN	8,0	10
PGU-2-F	10,0	
PG U-3-F	10,0	
PGU-5-F	10,0	
HP-3N.F	4,0	
HP-4N.F	5,0	15
HP-5N.F	4,0	
$\Sigma$	100,0	

[0113] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 42,3

$\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz) > 0

20

## Beispiel 14

[0114] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

25

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%	
ME2N.F	3,0	
ME3N.F	3,0	
ME4N.F	8,0	30
MESN.F	9,0	
UM-3-N	4,0	
PTG-3-N	9,0	
PTG-5-N	8,0	
PTU-4O-N	8,0	35
PU-3-AN	9,0	
PU-5-AN	9,0	
PGU-2-F	10,0	
PGU-3-F	10,0	
PGU-5-F	10,0	40
$\Sigma$	100,0	

[0115] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 16,0

$\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz) > 0

45

## Beispiel 15

[0116] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

50

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%	
YY-2-O2	8,0	
YY-3-O2	8,0	
YY-4O-O4	10,0	55
YY-V1O-O1V	8,0	
PY-3-O2	15,0	
PY-1-O2	11,0	
CYY-3-O2	10,0	
CYY-5-O2	10,0	60
PTP-302FF	10,0	
PTP-502FF	10,0	
$\Sigma$	100,0	

[0117] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

$\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz) < 0

65

## Beispiel 16

[0118] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
YY-2-O2	8,0
YY-3-O2	8,0
YY-3O-O2	6,0
YY-4O-O4	6,0
YY-V1O-O1V	6,0
PY-3-O2	9,0
PY-1-O2	12,0
CYY-3-O2	9,0
CYY-5-O2	9,0
PTP-302FF	10,0
PTP-502FF	10,0
CPY-3-O2	5,0
CCYY-2-O2	0,2
$\Sigma$	100,0

[0119] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.  
 $\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz) < 0

## Beispiel 17

[0120] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
PYP-5F	25,0
PCH-32	16,5
PCH-301	15,0
PCH-302	11,3
BCH-32	14,3
BCH-52	10,5
CBC-33	3,7
CBC-53	3,7
$\Sigma$	100,0

[0121] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.  
 Klärpunkt (T(N,I))/°C: 41,0  
 $n_e$  (20°C, 589,3 nm): 1,6157  
 $\Delta n$  (20°C, 589,3 nm): 0,1066  
 $\epsilon_{||}$  (20°C, 1 kHz): 5,7  
 $\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz): 2,4

## Beispiel 18

[0122] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
PCH-5F	14,6
PCH-6F	12,9
PCH-7F	12,5
PTP-20F	15,2
PTP-40F	19,1
PTP-60F	25,7
$\Sigma$	100,0

[0123] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.  
 Klärpunkt (T(N,I))/°C: 27,0  
 $n_e$  (20°C, 589,3 nm): 1,6470  
 $\Delta n$  (20°C, 589,3 nm): 0,1350  
 $\epsilon_{||}$  (20°C, 1 kHz): 7,4  
 $\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz): 3,6  
 $k_1$  (20°C)/pN: 5,7

$k_2$  (20°C)/pN: 3,1  
 $k_3$  (20°C)/pN: 6,3

## Beispiel 19

[0124] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%	
CCP-2F.F.F	4,0	
CCP-20CF3	4,0	10
CCP-30CF3	5,0	
CCP-40CF3	2,0	
PCH-3	6,0	
K9	4,0	
BCH-3F.F.F	12,0	15
CGU-2-F	10,0	
CGU-3-F	6,0	
CCZU-2-F	5,0	
CCZU-3-F	16,0	
CCZU-5-F	5,0	20
CC-5-V	2,0	
CCP-V-1	10,0	
CC-3-V-1	9,0	
$\Sigma$	100,0	25

[0125] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 30,0  
 $n_e$  (20°C, 589,3 nm): 1,5856  
 $\Delta n$  (20°C, 589,3 nm): 0,1007  
 $\epsilon_{||}$  (20°C, 1 kHz): 14,5  
 $\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz): 10,6

## Beispiel 20

[0126] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%	
PCH-5	19,0	
PCH-302	31,0	40
PCH-304	31,0	
K15	19,0	
$\Sigma$	100,0	

[0127] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 33,0  
 $n_e$  (20°C, 589,3 nm): 1,6010  
 $\Delta n$  (20°C, 589,3 nm): 0,1100  
 $\epsilon_{||}$  (20°C, 1 kHz): 9,5  
 $\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz): 4,9

## Beispiel 21

[0128] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%	
PCH-302FF	26,0	
PCH-502FF	26,0	
CCP-V-1	15,0	60
CC-5-V	19,0	
CCH-35	8,0	
BCH-32	6,00	
$\Sigma$	100,0	65

[0129] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

Klärpunkt (T(N,I))/°C: 50,0

$\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz) < 0

## Beispiel 22

5 [0130] Eine Flüssigkristallmischung der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt.

Verbindung/Abkürzung	Konzentration/Massen-%
PCH-302FF	26,0
PCH-502FF	26,0
10 CCP-V-1	13,0
CC-5-V	16,0
CCH-35	5,0
BCH-32	9,0
CCP-21FF	3,0
15 PCH-301	2,0
$\Sigma$	100,0

[0131] Diese Mischung hat die folgenden Eigenschaften.

- 20 Klärpunkt (T(N,I))/°C: 50,0  
 $n_e$  (20°C, 589,3 nm): 1,5640  
 $\Delta n$  (20°C, 589,3 nm): 0,0821  
 $\epsilon_{||}$  (20°C, 1 kHz): 3,9  
 $\Delta\epsilon$  (20°C, 1 kHz): -2,9  
 25  $\gamma_1$  (20°C)/mPa · s: 72

## Beschreibung der Abbildungen

### Abb. 1

30 [0132] Die Abbildung zeigt die Transmissions-Spannungskennlinie des Lichtsteuerelements des Beispiels 2. Es werden relative Intensitäten als Funktion der rms-Spannungswerte in Volt gezeigt.

### Abb. 2

35 [0133] Die Abbildung zeigt die Kontrastverhältnisse des erfindungsgemäßen Lichtsteuerelements des Beispiels 4. Die Messbedingungen, insbesondere die Betriebsspannungen sind im Text beschrieben. Die Darstellung erfolgt in Polarkoordinaten. Die Linien geben von innen nach außen die Verläufe für Kontrastverhältnisse von 30, 20, 15 und 10 wieder.  
 [0134] Das maximale Kontrastverhältnis von 36,8 wurde bei senkrechter Betrachtung (einem Betrachtungswinkel  $\Phi = \Theta = 0^\circ$ ) beobachtet. Das minimale Kontrastverhältnis bis zu einem Betrachtungswinkel von  $\Theta = 60^\circ$  betrug 6,1.

### Abb. 3

45 [0135] Die Abbildung zeigt die Kontrastverhältnisse des Lichtsteuerelements des Vergleichsbeispiels. Die Messbedingungen, insbesondere die Betriebsspannungen sind im Text beschrieben. Die Darstellung erfolgt wie bei Abb. 2 in Polarkoordinaten. Die Linien geben von innen nach außen die Verläufe für Kontrastverhältnisse von 20, 15, 10, 7, 5, 3, und 2 wieder. Der Maximale Kontrast betrug 29,9 und der minimale 1,0.

## Patentansprüche

- 50 1. Elektrooptisches Lichtsteuerelement enthaltend  
 eine Elektrodenanordnung,  
 mindestens ein Element zur Polarisation des Lichts und  
 ein mesogenes Steuermedium,  
 55 **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lichtsteuerelement bei einer Temperatur betrieben wird, bei der das mesogene Steuermedium im nicht angesteuerten Zustand in der isotropen Phase vorliegt.  
 2. Lichtsteuerelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenanordnung ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente parallel zur Fläche des mesogenen Steuermediums erzeugen kann.  
 3. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das mesogene  
 60 Steuermedium eine nematische Phase aufweist.  
 4. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenanordnung beim Betrieb des Lichtsteuerelements ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente parallel zur Ebene des mesogenen Steuermediums erzeugt.  
 5. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Licht beim  
 65 Durchgang durch das Lichtsteuerelement vor dem Durchgang durch das mesogene Steuermedium und nach dem Durchgang durch das mesogene Steuermedium jeweils mindestens ein Element zur Polarisation des Lichts durchläuft.  
 6. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Elek-

trodenanordnung auf einer Seite der Schicht des mesogenen Steuermediums befindet.

7. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass es eine zusätzliche doppelbrechende Schicht enthält.

8. Elektrooptische Anzeige enthaltend ein oder mehrere Lichtsteuerelemente nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7. 5

9. Elektrooptische Anzeige nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeige mittels einer aktiven Matrix angesteuert wird.

10. Elektrooptisches Anzeigesystem enthaltend eine oder mehrere elektrooptische Anzeigen nach mindestens einem der Ansprüche 8 und 9.

11. Elektrooptisches Anzeigesystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass es als Fernsehmonitor und/oder als Computermontitor verwendet werden kann. 10

12. Verwendung eines Lichtsteuerelements nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, zur Darstellung von Information.

13. Verwendung einer elektrooptischen Anzeige nach mindestens einem der Ansprüche 8 und 9, in einem elektrooptischen Anzeigesystem. 15

14. Verwendung eines elektrooptischen Anzeigesystems nach mindestens einem der Ansprüche 10 und 11, zur Darstellung von Videosignalen.

15. Mesogenes Steuermedium dadurch gekennzeichnet, dass es mindestens eine Verbindung der Formel I wie im Text beschrieben enthält.

16. Mesogenes Steuermedium nach Anspruch 15 zur Verwendung in einem Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6. 20

17. Verwendung eines mesogenen Steuermediums nach Anspruch 15 in einem elektrooptischen Lichtsteuerelement.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

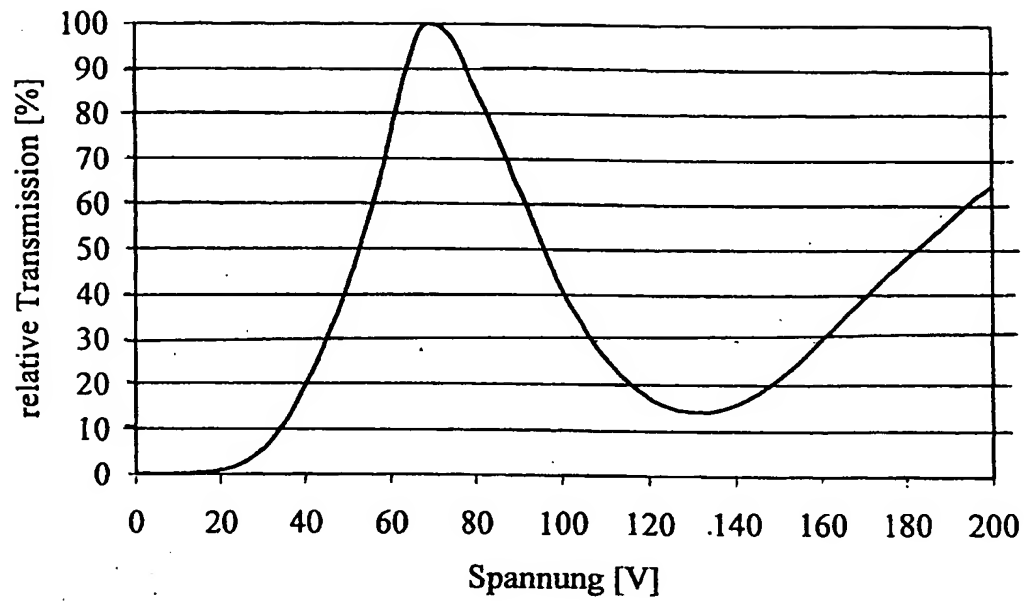
50

55

60

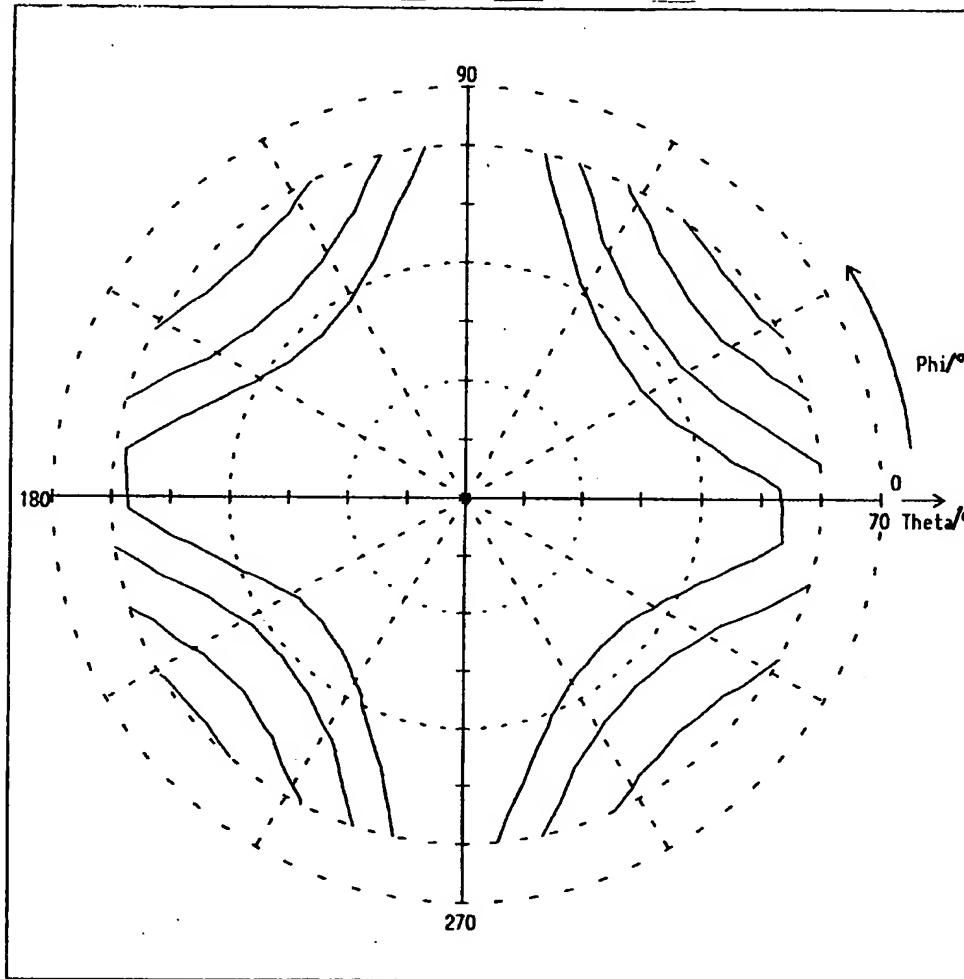
65

Abbildung 1





## Abbildung 2



# Abbildung 3

